Aus dem Zoologischen Institut in Tübingen.

Über den Bau der Hydrachnidenaugen.

Mit 2 Tafeln und 3 Abbildungen im Text.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

hohen naturwiss. Fakultät

der

Eberhardt-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

P. Lang
aus Stuttgart.

Jena.
Verlag von Gustav Fischer.
1905.

Aus dem Zoologischen Institut in Tübingen.

Über den Bau der Hydrachnidenaugen.

Mit 2 Tafeln und 3 Abbildungen im Text.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

hohen naturwiss. Fakultät

der

Eberhardt-Karls-Universität zu Tübingen.

vorgelegt von

P. Lang
aus Stuttgart.

Jena.
Verlag von Gustav Fischer.
1905.

Angenommen von der Fakultät den 4. Mai 1904.

Separat-Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 21. Abt. f. Anatomie. 1905.
Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Gießen.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Über den Bau der Hydrachnidenaugen.

Von

Dr. **P. Lang.**

(Aus dem Zoologischen Institut in Tübingen.)

Mit Tafel 1—2 und 3 Abbildungen im Text.

Wiederholt wurden in letzter Zeit die Sehorgane der Arachniden untersucht; zumeist betraf dies jedoch die Augen der echten Spinnen, Skorpione und Phalangiden. Den Milben wurde in dieser Hinsicht weniger Aufmerksamkeit geschenkt. Was über die Sehorgane dieser Tierklasse bis jetzt bekannt geworden ist, diente hauptsächlich zur Festsetzung der systematischen Stellung derselben, und so wurden meist nur äußerliche Merkmale, wie Lage und Stellung der Augen zueinander, sowie Größenverhältnisse derselben beobachtet. Infolge ihrer geringen Größe wurden die Hydrachnidenaugen lange übersehen, und so erwähnen Roesel von Rosenhof und Joh. J. Swammerdam bei ihren Hydrachnidenbeschreibungen nichts von Augen oder andern lichtempfindlichen Organen. Auch J. L. Frisch „konnte ihre Augen mit keinerlei Glas entdecken, und musste doch schliessen, daß sie sehen; da, wenn er subtiles Mehl gleichsam körnleinweis auf das Wasser streuete, so kamen sie aus dem Moose heraus und fiengen die herabfallenden Mehlpartikelchen auf". Dagegen versuchte schon J. C. Müller die Wassermilben nach der Zahl ihrer Augen einzuteilen und zwar in 3 Gruppen:

a) Oculis binis
b) „ quatuor
c) „ sex.

Allerdings ist es infolge mangelhafter Beschreibung und Abbildung schwer, die Identität mit den heute unterschiedenen Arten nachzuweisen. Auch bringt er bei jeder Art eine kurze Angabe der Lage und Größe der Augen. Spätere Forscher, P. Latreille, C. L. Koch, E. Claparède ließen es meist bei diesen Angaben über die Augen bewenden. P. Kramer ist es, der uns in seinen Beiträgen zur Naturgeschichte der Hydrachniden auch einige wichtige Aufschlüsse über den Bau der Augen nebst einigen hierauf bezüglichen Abbildungen gibt.

Finden sich wohl auch infolge der mangelhaften Untersuchungsmethoden und Instrumente Irrtümer verschiedener Art in seinen Abhandlungen, so hat er doch besonders hinsichtlich der Art der Bewegung der Augen vollkommen zutreffende Vermutungen geäußert.

Am meisten haben sich mit den Sehorganen der Wassermilben G. Haller und R. v. Schaub beschäftigt. Besonders ersterer legt in seinem Werk „Die Hydrachniden der Schweiz" so großen Wert auf die Stellung der Augen, daß er es versucht hat, eine Systematik der Hydrachniden nach der Lage der Augen und sonstigem Verhalten derselben aufzustellen. Er teilt dieselben in Lateroculatae und Mediooculatae ein. Nachdem jedoch die Zahl der bekannten Arten sich immer mehr erweitert hat und obige Bedingungen von Haller's Systematik nicht mehr auf alle anzuwenden sind, bietet dieselbe nur mehr historisches Interesse. Immerhin ist er der Erste, welcher seine besondere Aufmerksamkeit auf die Augen gerichtet hat und hierbei uns mit mancher Eigentümlichkeit derselben, wie der sog. „Augenbrille" der Eylainen und dem „hackenförmigen" Fortsatz an der Linse von *Diplodontus despiciens* bekannt gemacht hat.

R. v. Schaub, welcher ebenfalls in seiner Anatomie von *Hydrodroma dispar* das Auge berücksichtigt und auf die Sehorgane anderer Hydrachniden eingeht, gibt die erste und, abgesehen von einigen Irrtümern, die genaueste Darstellung derselben. Allerdings beschreibt er uns nur den gröbern Bau derselben und läßt uns namentlich hinsichtlich der percipierenden Elemente des Auges völlig im Stich. Es war daher angebracht, die Sehorgane der Hydrachniden einer genauern Untersuchung zu unterwerfen. Zu diesem Zweck schlug mir Herr Prof. Dr. Blochmann obiges Thema vor. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die ich im Laufe des Wintersemesters 1902/03

und Sommersemesters 1903 im Zoologischen Institut zu Tübingen ausführte, sind in dieser Arbeit niedergelegt.

Untersuchungsmethode.

Das den Untersuchungen zu Grunde liegende Material stammt in der Hauptsache aus Tümpeln in der nähern und weitern Umgebung Tübingens, wobei mir besonders die Blaulach, ein stehendes Gewässer bei Kirchentellinsfurt, reiche Ausbeute lieferte, und aus einigen stehenden Gewässern in der Nähe Stuttgarts. Die untersuchten Arten gehören den verschiedensten Familien der Hydrachniden an; die Untersuchungen wurden teils am lebenden, teils am konservierten Material vorgenommen. Das lebende Tier wurde besonders auf die Art der Bewegung der Augen, die Stellung derselben zueinander, sowie die Pigmentverhältnisse derselben hin beobachtet; auch wurden Macerationspräparate angefertigt. Konserviert wurde hauptsächlich in Sublimatessigsäure (siehe Lee-Mayer, p. 46) und in Zenker'scher Flüssigkeit (siehe Lee-Mayer, p. 48); beides mit gleich gutem Erfolg.

Um ein besseres Eindringen der Reagentien zu ermöglichen, wurde den Objekten der Hinterleib abgeschnitten oder wenigstens angestochen. Das konservierte Material wurde teils zu Total-, teils zu Mikrotomschnittpräparaten verwendet. Letztere machten besondere Schwierigkeiten wegen der Härte der Körpercuticula, und es mußten verschiedene Einbettungsverfahren angewendet werden. Wegen der Kleinheit der Objekte schlugen Mittel, wie Wegschneiden oder Abpräparieren der Linse (nach dem Vorgang Hesse's, 1901) fehl.

Für Arten mit weichhäutigem Panzer, wie *Diplodontus despiciens*, wandte ich die Einbettung in Celloidin-Paraffin unter Verwendung von Toluol in der von Field u. Martin angegebenen Weise (Mayer-Lee, p. 117) an; so konnte ich Übersichtsbilder von 7,5 μ Dicke erhalten; größere Schwierigkeiten machten die Species mit harter Cuticula, wie *Limnesia* und *Curvipes*. Hier bettete ich nach dem Vorschlag von Herrn Prof. Dr. Blochmann zuerst in Collodium elasticum ein, welches sich wegen des Gehalts an Ricinusöl und Terpentin besser als gewöhnliches Celloidin eignet, schnitt die Objekte in möglichst kleine Quader und bettete sie nochmals in der gewöhnlichen Weise in Paraffin ein; so erhielt ich auch hier Schnitte von 5 μ Dicke. Bei *Curvipes carneus* gelang es mir, die Augen einzeln zu isolieren und so in Paraffin einzubetten, und zwar am leichtesten ließ sich der Panzer ablösen, wenn das Tier nach der

Konservierung in 30—50proz. Alkohol gelegen hatte. So konnte ich 3—5 μ dicke Schnitte erhalten.

Wo es nicht anders ging, wurde in der üblichen Weise in Celloidin eingebettet und mit Glycerin-Alkohol gehärtet (s. Stöhr, p. 421).

Die mit Wasser aufgeklebten Schnitte wurden meist mit einem dünnen Photoxylinüberguß versehen, um das Fortschwemmen von Cuticularteilen zu verhindern. Gefärbt wurde in der üblichen Weise mit Eosin-Hämatoxylin (nach Delafield) oder mit Eisenhämatoxylin (nach Heidenhain). Viel zu schaffen machte die Entfernung des Pigments. Während dasselbe bei manchen Arten, wie *Diplodontus* und *Limnesia*, schon durch verhältnismäßig schwachen Alkohol ausgezogen wurde, mußte bei andern die Grenacher'sche (s. Mayer-Lee, p. 291) und die Jander'sche (s. Mayer-Lee, p. 291) Entpigmentierungsflüssigkeit angewandt werden. Letztere namentlich wirkte sicher, wenn auch langsam (3—4 Tage).

Stellung der Augen zueinander.

Wohl in keiner der Arthropoden-Gruppen herrscht solche Verschiedenheit in der Stellung der Augen zueinander wie bei den Hydrachniden.

Was zunächst die Zahl der Augen betrifft, so kommen dieselben, mit Ausnahme des Genus *Hydrodroma*, in der Vierzahl vor.

Bei genauerer Untersuchung können wir die Hydrachniden ihren Sehorganen nach in 2 Gruppen unterbringen, welche sich durch folgende durchgreifende Verschiedenheit des Verhältnisses der Linse zur umgebenden Körpercuticula bemerkbar machen. Bei der einen Gruppe bildet die Linse, wie bei den meisten Arthropoden, die direkte verdickte Fortsetzung der Cuticula, während bei der andern die Linse samt Augenbulbus vollständig nach innen von der Cuticula, durch einen beträchtlichen Zwischenraum von derselben getrennt, in das Bindegewebe eingebettet liegt.

Innerhalb der beiden Gruppen können nun verschiedene Modifikationen sich vorfinden, wie die Vereinigung der beiden Augen einer Seite zu einem Doppelauge. Dieselben lassen sich am besten an schematischen Figuren erklären. Da der 2. Gruppe, wo das Auge samt Linse in das Körperinnere verlagert ist, die meisten Hydrachniden angehören, so werde ich dieselbe zuerst behandeln. Wir wollen dieselbe nach einem ihrer Vertreter, *Curvipes carneus*, die *Curvipes*-Gruppe kurz nennen, während die andere nach ihrem Ver-

treter *Diplodontus despiciens*, die *Diplodontus*-Gruppe genannt werden soll. Fig. A, a—c zeigt uns Vertreter der *Curvipes*-Gruppe; Fig. A, d—f solche der *Diplodontus*-Gruppe.

Fig. A, a schildert uns die Verhältnisse, wie sie bei dem Genus *Limnesia* liegen. Wir haben hier jederseits 2 getrennte Augen, deren Linsen und stark pigmentierten Augenbulbus man sehr deut-

Fig. A.

Abbildung des Vorderkörpers einiger Hydrachniden, um die Stellung und Lage der Augen zueinander zu demonstrieren.

a, b, c Augen völlig innerhalb der Cuticula gelegen. d, e, f Linse direkte Verdickung der Cuticula.

a *Limnesia undulata*. Augen jederseits völlig voneinander getrennt. b *Curvipes carneus*. Augen einer Seite zu einem Doppelauge vereinigt. c *Hygrobates longipalpis*. Augen ebenfalls zu Doppelaugen vereinigt. d *Diplodontus despiciens*. Augen jederseits getrennt. e *Eylais extendens*. Alle 4 Augen auf einer sog. „Brille" vereinigt. f Angehöriger des Genus *Hydrodroma*. Die beiden Augen einer Seite in einer Chitinkapsel eingelagert. Im Rückenschild befindet sich ein 5. rudimentäres Auge.

lich durch den Panzer hindurch schimmern sieht. Die beiden vordern Augen sind beweglich und größer als die hintern. Die Sehachsen derselben bilden ungefähr einen rechten Winkel und verlaufen im Ruhezustande in horizontaler Richtung. Die hintern kleinern Augen sind nach oben und etwas nach hinten gerichtet und unbeweglich; hierher gehören Vertreter der Genera *Limnesia* und *Piona*.

In Fig. A, b u. c sind nun die beiden Augen einer Seite zu einem beweglichen Doppelauge vereinigt; Fig. A, c, Genus *Hygrobates* und *Arrenurus*, zeigt, daß die beiden Linsen des Doppelauges durch eine chitinöse Brücke miteinander verbunden sind, während *Curvipes*, der in Fig. A, b dargestellt ist, außerdem noch eine chitinöse Verbindung der Linse mit der Körpercuticula besitzt. Hierauf werde ich später näher eingehen. Jedes der beiden Doppelaugen setzt sich aus einem

größern nach vorn und einem kleinern nach oben und seitwärts gerichteten Sehkörper zusammen, deren verschieden große Pigmentkörper miteinander verschmolzen zu sein scheinen.

Sehen wir uns nun in der *Diplodontus*-Gruppe um, so finden wir auch hier eine Art mit beiderseits völlig getrennten Augen, *Diplodontus despiciens*.

(Fig. A, d.) Wie bei *Limnesia* haben wir 2 nach vorn gerichtete bewegliche größere Sehkörper, während die kleinern hintern unbeweglich, nach oben und hinten gerichtet sind. Bei *Hydrodroma* (Fig. A, f) sind die 2 Augen einer Seite in eine Chitinkapsel eingeschlossen, während in der Mitte des zwischen den beiden Augenkapseln befindlichen Rückenschilds ein fünftes unpaares pigmentiertes Sinnesorgan, welches bis jetzt ebenfalls als Auge betrachtet wurde, sich vorfindet. Noch näher beisammen liegen die Augen von *Eylais extendens* (Fig. A, e), wo sämtliche 4 Augen auf der sogenannten „Augenbrille" vereinigt sind. Die Augen von *Hydrodroma* und *Eylais* haben infolge der starren Chitinkapseln ihre Beweglichkeit natürlich eingebüßt.

Von jeder der beiden Hauptgruppen wurde ein geeigneter Vertreter, für dessen Auswahl Größe der Augen, leichte Untersuchungsweise und Häufigkeit des Vorkommens maßgebend waren, möglichst genau untersucht. Dies traf zu bei *Curvipes carneus* der *Curvipes*-Gruppe und *Diplodontus despiciens* der *Diplotondus*-Gruppe, wobei jedoch die übrigen Arten so gut als möglich berücksichtigt wurden.

Anmerkung: Die Bestimmung der einzelnen Species geschah mit Hilfe von Piersig's Werk: „Die Hydrachniden Deutschlands".

Nur bei *Hydrodroma* bin ich im Zweifel, ob diese Art mit einer der bis jetzt beschriebenen identisch ist, oder ob wir hier nicht eine neue, noch unbekannte Art vor uns haben. Dieselbe stammt aus der Blaulach und wurde nur in 2 Exemplaren erhalten. Leider versäumte ich es, außer der purpurroten Färbung und der auffallend starken Behaarung der Extremitäten sonstige bemerkenswerte Merkmale im Körperbau zu konstatieren; aber auch die Form des Rückenschilds allein, welche deutlicher durch eine Abbildung (s. Fig. 1, *RSch*) als durch eine weitläufige Beschreibung erklärt werden kann, stimmt mit keiner der bis jetzt beschriebenen Arten überein.

Am ehesten gleicht er noch dem von *Hydrodroma dispar*, nur daß die mittlere der 3 vordern Ecken spitz zuläuft, während sie bei *Hydrodroma dispar* abgerundet ist. Zudem fand ich, daß das 5. unpaare dorsale „Auge" des Rückenschilds, das bei andern *Hydro-*

droma-Arten (bei Piersig auch *Hydriphantes* genannt) 7 Pigmentzellen enthält, bei der vorliegenden Form deren 9 enthielt (siehe Fig. 2 *Pz*). Es wird diese Art im Folgenden kurz *Hydrodroma* genannt werden.

Orientierung über den gröbern Bau der Augen.

Schon Schaub vermutete im Bau der Hydrachnidenaugen, obwohl er allerdings nur die gröbern Verhältnisse berücksichtigt und auf die percipierenden Elemente gar nicht eingeht, eine gleichartige Zusammensetzung der daran teilnehmenden Bestandteile, indem er schreibt: „Der feinere Bau der Augen zeigt überall denselben Grundtypus und reduziren sich die Unterschiede lediglich auf die Gestaltung der zur Linse umgewandelten chitinösen Hautteile, sowie auf die gegenseitige Gruppirung der Augen.“ Dies gilt aber nicht nur für die Vertreter der *Diplodontus*-Gruppe, welche Schaub nach seiner Darstellung meint, sondern auch für die der *Curvipes*-Gruppe, wo die Linse nicht als „umgewandelter Teil der allgemeinen Chitinbedeckung“ erscheint.

Jedes Auge, vorderes wie hinteres, besitzt eine Linse, welche als dioptrischer Apparat funktioniert; an sie schließt sich direkt, ohne daß ein Glaskörper in seiner gewöhnlichen Bedeutung vorhanden wäre, der nervöse Teil, die Retina, an; eine „präretinale“ Membran im Sinne Graber's, wie sie z. B. Purcell bei den Phalangiden beschreibt, fehlt hiernach vollständig.

Proximal verlängern sich die Retinazellen zu Nervenfasern, die sich zum Nervus opticus vereinigen; die beiden Sehnerven einer Seite verschmelzen und ziehen zusammen zum Oberschlundganglion. Die Oberfläche des Augenbulbus ist stets von einer hypodermalen Hülle, der Periretinalmembran Mark's (*peri* M.) umgeben. In den Fällen, wo die Augen einer Seite zu sogenannten Doppelaugen vereinigt sind, wie bei *Curvipes*, *Arrenurus* und *Hygrobates*, umfaßt diese Membran beide Retinae samt den Nervenfaserschichten, ohne zwischen dieselben einzudringen, so daß die periretinale Membran beider Augen eine Kapsel, die Retinalkapsel Mark's, bildet. Auf die Unterschiede bei den einzelnen Arten werde ich in den betreffenden Abschnitten eingehen.

Linse und angrenzende Cuticula.

Besonders dieser Abschnitt bietet uns ganz merkwürdige Verhältnisse, wie sie bisher wohl nirgends im Tierreich angetroffen worden sind.

Wie schon oben erwähnt, besteht ein Hauptunterschied der verschiedenen Hydrachnidenaugen darin, daß bei der *Curvipes*-Gruppe das Auge samt der Linse vollständig nach innen vor der Körpercuticula liegt, von derselben durch einen beträchtlichen Zwischenraum getrennt, während bei der *Diplodontus*-Gruppe die Linse, wie bei den übrigen Arthropoden, der verdickte, durchsichtig gewordene Teil der chitinösen Cuticula ist. Meiner Ansicht nach ist dieser Punkt bei den bisherigen Untersuchungen nicht genügend berücksichtigt worden. So macht Haller gar keinen Unterschied, ob die Linse direkt an die Cuticula anstößt, oder ob sie innerhalb, getrennt von derselben, liegt.

Allerdings unterläßt er es nicht, auf die eigenartigen Linsenverhältnisse der Hydrachnidenaugen hinzuweisen, indem er von denselben schreibt:

„Immerhin bewahren sie sich einen eignen Typus dadurch, daß sie von einer doppelt durchbrochenen Chitinplatte, der von mir sogenannten „Brille" umgeben sind. Haller scheint hier in erster Linie *Eylais* im Auge gehabt zu haben. Aber auch hier kommt, wie schon Schaub festgestellt hat, keine derartige Durchbrechung der Chitinplatte vor, sondern es zeigt sich im Gegenteil die Linse als Chitinverdickung, die direkt wieder in die Chitinplatte übergeht. Auch Schaub, der darauf hinweist, daß die Verhältnisse, wo das Auge samt Linse völlig innerhalb der Cuticula liegt, bei den Hydrachniden die herrschenden sind, unterläßt es, auf diesen Punkt unsere besondere Aufmerksamkeit zu lenken."

Innerhalb der beiden oben unterschiedenen Hauptgruppen kommen wieder Verschiedenheiten in den Linsenformen vor. Ausgehend von der Ansicht, daß es das ursprünglichere ist, daß beide Augen einer Seite völlig voneinander getrennt sind, wenden wir uns zuerst zu *Limnesia undulata*, einem Vertreter der *Curvipes*-Gruppe. Isolieren wir die Linsen beider Augen einer Seite, welche durch einen beträchtlichen Zwischenraum von der Körpercuticula getrennt sind, und keinerlei direkte chitinöse Verbindung mit derselben zeigen, so fällt uns in erster Linie der Größenunterschied auf, welcher bei allen

Hydrachniden mehr oder weniger vorhanden ist (Fig. B, a, *L. l*). Die Linse des vordern Auges ist immer größer als die des hintern.

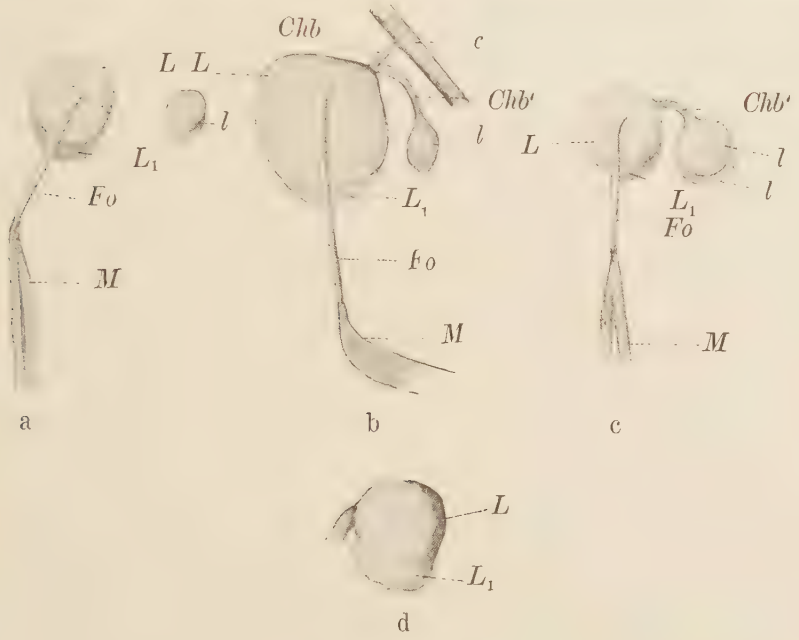


Fig. B.

a Linsenverhältnisse von *Limnesia*
b „ „ *Curvipes* } (etwas schematisiert).
c „ „ *Hygrobates*
d „ des vordern Auges von *Limnesia* nach einem Isolationspräparat.

Ferner fällt uns sofort ein merkwürdiges Anhängsel der Linse des vordern Auges auf, welche ich bis jetzt bei allen daraufhin untersuchten Formen der *Curvipes*-Gruppe vorfand, so bei *Limnesia undulata* und *histrionica*, 2 *Curvipes*-Arten, *Hygrobates longipalpis*, *Arrenurus crassipetiolatus* und *tricuspidator*. Dasselbe besteht in einem an der retinalen Seite der Linse entspringenden Fortsatz (Fig. B, a, *Fo*) welcher zuerst nach unten und dann nach hinten umbiegend sich in das Innere des Körpers hinein fortsetzt.

Seine Länge überragt beträchtlich den Durchmesser der Linse und richtet sich jeweils nach der Länge der Retina, an deren proximalem Ende er endigt.

Dort heftet sich an ihn ein Muskelbündel (Fig. B, a, *M*), welches

zur Bewegung des Auges dient; näheres soll in einem besondern Abschnitt über die Beweglichkeit der Augen gebracht werden.

Dieser Linsenfortsatz wurde schon früher bei *Atax* und *Diplodontus* beobachtet und auch Vermutungen über seine Funktion ausgesprochen. So gibt Haller ganz richtig an, daß zum Ansatz von Muskeln „ein hornförmiger Chitinfortsatz" an der Linse von *Diplodontus despiciens* vorkomme, auf den ich nachher näher eingehen werde. Auch Kramer schreibt von *Atax bonzi*: „An dieser Stelle, wo der Sehnerv zum Bulbus anschwillt, ist ein zarter Muskel angeheftet, welcher nach der Mittellinie des Rückens hinzieht und dort befestigt ist. Wahrscheinlich tritt an dieser Stelle des Bulbus der eigentümliche Hacken heraus, welcher als Anhang an der grössern Linse, wenn man diese sorgfältig isolirt, bemerkt werden kann. Am Ende des Hackens wird sich der Muskel befestigen, der das Auge in einer unausgesetzt zitternden Bewegung erhält."

Abweichend davon ist die Schilderung Schaub's von diesem Fortsatz bei *Atax*:

„Der centrale, stark lichtbrechende Linsenteil des größeren Auges ist durch einen hackenförmigen vorne aus dem Auge heraustretenden Fortsatz ausgezeichnet, welcher seitlich und nach hinten umbiegend, das kleinere Auge von unten umfaßt und hinter diesem in eine Spitze auslaufend in das Chitin der Rückenhaut übergeht."

Diese oder ähnliche Verhältnisse konnte ich in keinem Falle beobachten. Vielmehr endigte der Fortsatz immer entweder direkt am Grunde der Retina oder in der Nähe derselben.

Auf Schaub, der betreffs der Funktion dieses Fortsatzes die Ansicht der beiden Vorgänger bestreitet, macht er den Eindruck einer „dritten nach seitwärts und unten gerichteten Linse". An die Möglichkeit dieser Funktion werde ich bei der Besprechung der percipierenden Elemente des Auges erinnern.

Interessant ist es, um dies hier gleich beizufügen, daß Schaub auch bei *Hydrodroma* und *Eylais*, welche der *Diplodontus*-Gruppe angehören und absolut unbewegliche Augen haben, je im vordern Auge einen in den Augenbulbus ragenden zapfenförmigen Linsenfortsatz beobachtet, welcher vielleicht als Rudiment des obigen Fortsatzes zu betrachten ist. Hinsichtlich seiner Struktur erscheint derselbe vollkommen homogen und im Mittelpunkt des Querschnitts, welcher kreisrund ist, hell rötlich glänzend gefärbt, was wahrscheinlich auf eine Lichtbrechungserscheinung zurückzuführen ist.

Die beiden Linsen (Fig. B a *L. l*) bilden im übrigen kugel-

förmige Gebilde, welche nicht an ihrer ganzen Oberfläche homogen sind, sondern nur einige Strukturunterschiede zeigen. Wir wollen deshalb an der Linse einen distalen, der Cuticula zugewendeten, und einen proximalen, der Retina anliegenden Teil unterscheiden. Der distale Teil ist der größere und ungefähr kugelförmig und geht allmählich auf der der Retina zugewendeten Seite in den proximalen über, welcher sich der konkaven Fläche der Retina anpaßt (Fig. B d u. Fig. 3). Man hat den Eindruck, als wenn die Linse hier weicher würde, wie es Hesse 1901 bei der Linse von *Vespa crabro* beschreibt. Der distale Teil ist vollkommen glatt, während der proximale den Unebenheiten der Retina folgt. Am deutlichsten konnte man dies beim Abpräparieren der Linse von den Weichteilen der Retina am frischen Material beobachten (Fig. B d L_1 L).

Ungefähr dasselbe schreibt Schaub von der Linse von *Atax bonzi*, nur legt sich „die poröse Schicht" nach seiner Beschreibung konzentrisch um die ganze Linse herum. Der Ausdruck „porös" wurde von mir deshalb hauptsächlich vermieden, weil derselbe in andern Arbeiten über Arthropoden sehr häufig vorkommt, und damit die bekannten „Porenkanäle" der Linse, welche aber den Hydrachniden fehlen, gemeint sind.

Diese Linsenverhältnisse, wie sie im Vorhergehenden für die vordere Linse bei *Limnesia* beschrieben wurden, finden sich, abgesehen vom Linsenfortsatz, beim kleinern hintern Auge ebenso wie bei den Augen von *Curvipes*, *Hygrobates* und *Arrhenurus* der *Curvipes*-Gruppe.

Eine weitere Struktur der Linse konnte, auch auf Schnitten, nicht beobachtet werden; es färbten sich die innern Lagen derselben intensiv mit Eosin, die äußern dagegen mit Hämatoxylin, was auf konzentrischen Bau derselben schließen lassen könnte. An frischem Material, wo die Linse isoliert wurde, konnte ich ebenfalls eine gewisse konzentrische und radiäre Schichtung derselben beobachten. Was die Porosität der Linse betrifft, welche für die Araneinen von Graber und Bertkau beschrieben wurde, so muß ich sie für die Hydrachnidenlinse entschieden verneinen. Bei den Formen der *Curvipes*-Gruppe, wo die Sehkörper zu Doppelaugen vereinigt sind, wie *Curvipes*, *Hygrobates* und andere, konnte ich ohne Ausnahme eine chitinöse Verbindung der 2 Linsen des Doppelauges beobachten (s. Fig. B, b u. c *Chb'*). Es war gleichsam eine „Chitinbrücke" zu innigerm Zusammenhang der beiden Linsen.

Auch Schaub erwähnt eine solche innigere Verbindung der

beiden Linsen bei *Atax*, während jedoch in seinem Falle ein Fortsatz der kleinern Linse das noch zu besprechende Chitinband, welches die größere Linse mit der Cuticula verbindet, gleichsam umklammert und dann auch in die Cuticula übergeht, konnte ich deutlich bei den oben erwähnten Arten den Ursprung der „Chitinbrücke" an der größern Linse sehen und ebenso den Zusammenhang mit der kleinern.

Das bei Schaub erwähnte „Chitinband", das bei *Atax* die größere Linse mit der Cuticula verbindet, konnte ich auch bei *Curvipes carneus* beobachten, während dasselbe bei *Limnesia*, *Hygrobates* und *Arrhenurus* fehlte; es entspringt direkt neben der Stelle, wo die obige chitinöse Verbindungsbrücke beider Linsen ansetzt (Fig. B, b *Chb*; Fig. 7 *Chb*).

Was im Vorstehenden über die Struktur der Linse, Porenkanäle sowie über den Unterschied zwischen distalem und proximalem Teil derselben gesagt ist, gilt auch für *Diplodontus descipiens*, während die beiden andern Vertreter der *Diplodontus*-Gruppe, *Eylais extendens* und *Hydrodroma* daraufhin nicht untersucht wurden. Auch bei *Diplodontus* besteht dieser Größenunterschied der vordern und hintern Augenlinse sowie die Differenzierung derselben in einem distalen homogenen und einem proximalen weichern Teil (Fig. 3 *L*, *L 1*).

Trotzdem bei *Diplodontus* die Linse direkte verdickte Fortsetzung der Cuticula ist und ein großes Hindernis für die Beweglichkeit des Auges dadurch geboten ist, finden wir ebenfalls den oben erwähnten Linsenfortsatz, der zur Bewegung des vordern Auges dient, wohl ausgebildet vor (Fig. 3 *Fo*). Derselbe entspringt an der Stelle, wo die Behöckerung der Cuticula in eine dünne, homogene Chitinlamelle übergeht. Diese Lamelle schwillt dann erst eine kleine Strecke dahinter zur Linse an (s. Fig. 3 u. 20), so daß zwischen Fortsatz und Linse sich ein kleiner von der Chitinlamelle überdeckter Hohlraum findet, der teils leer, teils von Pigmentzellen (Fig. 3 *Pz*) erfüllt ist. Die innere Kugelfläche der Linse ist gekrümmter als die äußere und besitzt, von der Fläche gesehen, ovale Form.

Dieselben Verhältnisse sind, mit Ausnahme des Linsenfortsatzes, der überall nur am vordern Auge vorkommt, an der Linse des hintern Auges zu beobachten. Dieselbe hängt etwas nach hinten über (Fig. 21), so daß hauptsächlich Lichtstrahlen von oben her und von hinten in das Auge gelangen. Die Form der Linse ist, von oben gesehen, annähernd kreisrund.

Weit komplizierter liegen die Verhältnisse bei *Eylais extendens* und *Hydrodroma*. Bei ersterer Form sind je 2 Augen einer Seite, eines nach vorn und eines nach hinten gerichtet in eine Chitinkapsel eingelagert (Fig. 4 u. 5 *K*). Beide Kapseln sind an ihrem vordern Teil durch eine chitinöse Brücke (Fig. 4 u. 5 *CB*) miteinander verbunden und bilden zusammen die „Augenbrille", wie sie Haller zuerst genannt hat. Das ganze ist dorsal gelegen, dem Vorderrande des Körpers genähert, in die Cuticula eingelagert und mit Cutishöckern überall bedeckt, außer an der Verbindungsbrücke der Kapseln und an den Stellen, wo die Linsen sich befinden. Während die Außenfläche der vordern Linse (Fig. 4 u. 5 *L*) eine glatte kugelförmige Krümmung zeigt, kann man bei der Innenfläche von einer Kugelfläche nicht mehr sprechen. Diese erstreckt sich ziemlich tief in den Retinalbulbus hinein. Wie schon früher erwähnt, schreibt ihr Schaub einen in die Tiefe des Bulbus reichenden zapfenförmigen Fortsatz zu, den ich allerdings infolge Materialsmangels nicht genau feststellen konnte.

Die Linse (Fig. 5 L_1) des hintern Auges verläuft von oben gesehen bandförmig, ungefähr quer über den hintern Schenkel der Brille. Ihre Innenfläche folgt, soweit ich es nach einem entpigmentierten Totalpräparat beurteilen kann, der Außenfläche, so daß die Retina hier nur von einer gleichmäßig dicken Chitinlamelle überdeckt wird. Es hat sich also hier keine eigentliche „linsenförmige" Verdickung der Cuticula gebildet.

Während nun Schaub die beiden Kapseln so beschreibt, als ob sie von allen Seiten ringsum die beiden Augen umschließen würden und nur gegen die Mediane zum Eintritt der Sehnerven offen bleiben würden, konnte ich dies nicht finden. Es zeigte sich, daß, wenn man die Brille von der ventralen Seite betrachtet (Fig. 4), sich eine „Chitinleiste" (*Cl*), welche Längsstreifung besitzt und an der hintern äußern Seite der Brille ihren Ursprung nimmt, über die offene Kapsel nach vorn und nach innen herüberschwingt und dort wieder in das Chitin derselben übergeht. Im übrigen war die Kapsel völlig offen, so daß man den Verlauf der Optici (*No No 1*) innerhalb der Kapsel gut verfolgen kann.

Bei *Hydrodroma* sind ebenfalls die 2 Augen einer Seite in einer „kappenförmigen Chitinkapsel", wie Schaub es nennt, eingehüllt (Fig. 1 *K*). Die Kapseln sind auf der ventralen Seite und nach innen zu offen und zeigen 2 sphärische Ausbuchtungen. Diese verdicken sich nach innen zu und bilden so die Augenlinsen. Auch

hier sind die Kapseln, mit Ausnahme der Linsen, mit Cutishöckern bedeckt. Ebenso wie bei *Eylais*, beschreibt Schaub bei *Hydrodroma* „einen von der innern obern Fläche der Linse des vordern Auges nach innen ragenden Chitinzapfen".

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, besitzt *Hydrodroma* außer diesen 2 Doppelaugen noch ein 5. unpaares sehr kleines „Auge" (Fig. 1a u. 2), welches innerhalb des charakteristischen Rückenschilds, dem vordern Rande etwas genähert, liegt. An der Stelle, wo das Auge sich befindet, geht die sonst behöckerte Cuticula in die überall gleich dünne Linsenlamelle des Auges über; eine kuglige Anschwellung fehlt, wie auch aus der Figur, die Schaub davon entworfen hat, zu ersehen ist.

In erster Linie dient dieses Rückenschild zahlreichen Muskeln zum Ansatz, ferner aber auch als Schutzplatte für die unter resp. in demselben eingelagerten Sinnesorgane, eben dieses 5. Auge und noch 4 andere Sinnesorgane unbekannter Bedeutung, die in die 4 Ecken desselben eingebettet sind (Fig. 1 a *So*).

Bei allen untersuchten Arten der *Curvipes*-Gruppe hörte die Pigmentierung der über dem Auge befindlichen Cuticula auf, welche in der Umgebung der Augen vollkommen durchsichtig und dünner wird. Die Cuticula läßt bei *Curvipes carneus* deutlich 2 Schichten erkennen, eine äußere, stark färbbare und eine innere, weniger gefärbte (Fig. 7 *c* u. *c'*); eine 3. dünne farblose Schicht, welche sich bei andern Arachniden über den beiden andern sich vorfand, konnte nirgends entdeckt werden.

Bei der *Diplodontus*-Gruppe reicht die Pigmentierung der Cuticula bis direkt an die Linse.

Retina.

Einen typischen Glaskörper, d. h. eine corneagene Zellschicht, welche zwischen den eigentlichen Sehzellen und der Linse ihre Lage hat, war bei keiner der untersuchten Hydrachniden nachzuweisen; vielmehr folgte auf die Linse meist ein kleiner Zwischenraum, der entweder leer oder zum Teil mit dem Weichteil der Linse erfüllt war. Da der Zwischenraum zwischen Linse und Retina manchmal größer oder kleiner, oder gar nicht auftrat, je nachdem es sich um ein Präparat handelt, so ist wohl anzunehmen, daß infolge der Einwirkung der Reagentien eine mehr oder weniger starke Schrumpfung des distalen Weichteils der Linse eintrat, und so ein Zwischenraum sich bildete.

Niemals konnte ich in diesem Zwischenraume Zellen oder deren Kerne entdecken, ebenso fehlte konstant die präretinale Zwischenlamelle Graber's, was allerdings beim Fehlen des Glaskörpers natürlich ist; vielmehr umgab bei den völlig innerhalb der Körpercuticula gelegenen Augen die sog. periretinale Membran, das ganze Auge also Linse samt Retina, während bei *Diplodontus* sich diese Membran zu beiden Seiten der Linse ansetzt (Fig. 20 *x. x*), so daß kein direkter Übergang der Hypodermis in die Retina zu beobachten war.

Auf die Linse folgt also direkt die Retina. Über den Bau derselben, namentlich der percipierenden Elemente, der Stäbchen, ist bis jetzt ganz wenig bekannt. Nur Schaub deutet Einiges an, indem er über die Retinaelemente Folgendes aussagt:

„Das Ende jedes Sehnerven geht in eine Anzahl keulenförmiger Gebilde über, welche zu einem mehr minder kegelförmigen Becher vereinigt, den Augenbulbus bilden und wohl den Stäbchenzellen entsprechen. Jedes der keulenförmigen Stäbchen ist von einer dünnen bindegewebigen Hülle umgeben, unter welcher dicht gedrängt die schwarzvioletten Pigmentkörperchen liegen. Man überzeugt sich hievon am besten durch einen leichten Druck auf das Deckgläschen des Präparates, wobei deutlich zu sehen ist, wie die Pigmentkörner, dem Druck nachgebend, aus einzelnen der keulenförmigen Nervenenden unter der bindegewebigen Hülle bis in den Augennerv herabgedrängt werden."

Inwieweit hier Irrtümer mit unterlaufen, wird an folgenden Untersuchungsresultaten dargelegt werden, welche hauptsächlich durch gute Mikrotomschnittpräparate gewonnen wurden.

Wie schon früher angedeutet wurde, folgt die distale konkave Fläche der Retina der konvexen Form der Linse. Sie setzt sich aus einer Lage sehr langer Nervenendzellen zusammen. Die distalen Enden sind gewöhnlich länger ausgezogen und enthalten die Stäbchen, stark lichtbrechende Körper, während in der Nähe der proximalen Enden der meist große Kern liegt.

Der distale, das Stäbchen tragende Teil der Sehzellen steht meist senkrecht zur proximalen Fläche der Linse, der proximale Teil derselben biegt am Grunde der Retina um und vereinigt sich mit den Enden der andern Sehzellen zum Nervus opticus.

Die Retina, sowie überhaupt das ganze Auge ist in den meisten Fällen asymmetrisch gebaut.

Die wichtigste und bemerkenswerteste Eigenschaft der Retina ist die, daß sich ihre percipierenden Elemente zu Gruppen von je

2 Zellen anordnen, abgesehen von einer Ausnahme bei *Curvipes carneus*, wo wir außer 2teiligen Stäbchen noch 2 andersgebaute vorfinden, deren Natur jedoch noch nicht ganz sicher erkannt ist.

Im Folgenden wird für die ganzen Stäbchen der geläufigere Ausdruck „Rhabdom", für die Teile derselben der „Rhabdomer" gebraucht werden. Wir hätten also in der Hauptsache 2teilige Rhabdome, welche sich aus je 2 Rhabdomeren zusammensetzen.

1. Die percipierenden Elemente der Retina.

Von den 2 Gruppen, welche durch die Verschiedenheiten der Linsenverhältnisse sich ergaben, wurde je ein Vertreter auf den Bau der Retina und ihrer Elemente hin genauer untersucht und zwar *Curvipes carneus* und *Diplodontus despiciens*.

Dieselben zeigen ziemliche Verschiedenheiten, besonders was Zahl, Größe und Form dieser Elemente betrifft.

A. *Curvipes carneus*.

Bei dieser Art sind die Rhabdome (Fig. 7 u. 8—12 *Rh*) verhältnismäßig groß, so daß auch die feinen Strukturverhältnisse beobachtet werden konnten. Wie schon oben erwähnt, finden sich hier in der Hauptsache 2teilige Rhabdome.

Dies tritt am deutlichsten auf Querschnitten aufrecht zur Augachse hervor.

Die Retina erscheint auf solchen Schnitten (Fig. 8—12) ungefähr elliptisch abgeplattet, so daß wir an ihr eine große und eine kleine Achse unterscheiden können. Auf solchen Querschnitten (Fig. 8 u. 9) treten nun konstant 4 solcher 2teiliger Rhabdome auf, deren beide Rhabdomere der Längsachse der Ellipse nach verwachsen sind. Die Verwachsungsgrenzen, welche sich von den durch Eisenhämatoxylin tief schwarz gefärbten Rhabdomeren als heller Durchmesser der Rhabdome deutlich abheben, verlaufen alle in einer Richtung, es haben hiermit die Retinazellen nur an der Mitte der Berührungsstellen, welche in der Längsachse der Ellipse liegen, im Rhabdomer ausgeschieden, an den übrigen nicht. Am deutlichsten zeigt dies Fig. 8 Rh_1, Rh_2, Rh_3, Rh_4. Die Rhabdomere erscheinen hier als massive Halbcylinder: zusammen bilden 2 ein cylinderförmiges Rhabdom.

Feinere Strukturverhältnisse zeigen sich sowohl auf Quer- als auf Längsschnitten durch die Rhabdome. Auf erstern sehen wir von den beiden ungefähr halbcylinderförmigen Rhabdomeren (Fig. 13

Rh) in radiärer Richtung feine Fasern gegen das Innere der Retinazellen ausstrahlen, die Neurofibrillen, welche im Plasma (*P*) der Sehzellen verschwinden (Fig. 13 *Nfi*).

Auf Längsschnitten, die so geführt sind, daß beide Rhabdomere eines Rhabdoms getroffen sind (also in der Richtung des Pfeils in Fig. 13) sehen wir die Neurofibrillen ebenfalls an die Rhabdomere herantreten. Dies zeigt uns Fig. 14 *Nfi*; jedes Rhabdomer scheint aus einer Anzahl ziemlich dicker Plättchen zu bestehen, welche der Zellgrenze zu miteinander verschmelzen, gegen das Zellinnere laufen sie in Spitzen aus, an die die Neurofibrillen börstchenförmig herantreten (*Nfi*). Die Plättchen der beiden Rhabdomere sind gegeneinander unter einem stumpfen Winkel geneigt. Die Dimension der Plättchen ist im ganzen Rhabdom dieselbe, so daß das Rhabdom einen stumpfen Cylinder bildet.

Außer diesen 2teiligen Rhabdomen, welche ich bei allen untersuchten *Curvipes*-Exemplaren konstant in der Vierzahl antraf, finden sich auf Serienquerschnitten ebenso konstant 2 sichelförmige Gebilde (Fig. 9 u. 10 Rh_5 u. Rh_6), deren Natur sich nicht völlig erkennen ließ.

Am besten lassen sie sich an einer Figur demonstrieren, zu diesem Zweck wurde eine Serie von 5 aufeinanderfolgenden Querschnitten aufgezeichnet (Fig. 8—12). Während in Fig. 8 noch nichts auf ihr Vorhandensein schließen läßt, sind sie auf dem nächstfolgenden Querschnitt (9) zu sehen (Rh_5 u. Rh_6), und zwar zu beiden Seiten des Rhabdoms Rh_2, welche sie zu umklammern scheinen. Auch auf dem folgenden Schnitt (10) sind sie noch zu sehen, auf der einen Seite rücken sie einander etwas näher; Rh_2 ist da schon ganz verschwunden. Auf den nun folgenden Schnitt (11), der etwas matt gefärbt ist, ist nichts mehr von ihnen zu sehen; der Schnitt liegt schon so hoch, daß schon der weichere Teil der Linse getroffen ist (L_1). Auch der vorhergehende Schnitt zeigt im Centrum einige unbestimmte Partien, welche auf den eben erwähnten weichern Teil der Linse schließen lassen, während der letzte Schnitt (12) der Serie nur die schon ziemlich stark getroffene Linse (L L_1) mit dem weichern peripherischen Rande zeigt.

Besondere Strukturverhältnisse bilden diese Gebilde nicht, nur daß ihr Kontur gegen das Zellinnere etwas verschwommen zu sein scheint. Anfänglich hielt ich sie für Schnitte durch Zacken oder Vorsprünge, welche die Linse, den Unebenheiten der Retina folgend, gebildet haben würde. Aber dann hätte Schnitt 11 einen Zusammen-

hang zwischen diesen Gebilden in Schnitt 10 und der Linse in Schnitt 12 geben müssen.

Außerdem sprechen noch folgende Umstände für die Annahme als Rhabdome.

Wären es Linsenvorsprünge, so ist es unwahrscheinlich, daß diese gerade immer an der Stelle [ich fand die beiden Gebilde auf allen Serien (5—7) sichelförmig immer das 2. Rhabdom (Rh_2) klammerförmig umgebend, vor] auftreten. Außerdem gleicht ihre ganze Färbung derjenigen der Rhabdome. Als Weichteile der Linse (ein solcher könnte nur in Betracht kommen, da der harte Teil niemals solche Unebenheiten zeigt) könnten sie sich nicht so dunkel färben. Eine Zweiteilung konnte ich an ihnen nicht entdecken; auch konnte ich, da sie so hoch an der Linse lagen und infolge der Härte derselben, keine Längsschnitte davon erhalten.

Außer diesen Rhabdomen im gewöhnlichen Sinne finden sich noch in einigen Retinazellen Elemente, welche durch ihre Färbung und konstantes Auftreten unser Interesse in Anspruch nehmen.

Wie oben geschildert, findet sich ventral am vordern Auge von *Curvipes* jener merkwürdige hakenförmige Linsenfortsatz zur Bewegung der Augen (Fig. 7 *Fo*). Zwischen ihn und den in die becherförmige Retina hineinragenden Linsenteil schiebt sich ein langer Fortsatz der Sehzelle (*Rz*) ein, welche auf dem Grunde der Retina sich befindet. Die an sie grenzenden andern Retinazellen (Z_1 u. Z_2) haben der ganzen Länge des Zellfortsatzes nach Elemente (*Sti*) ausgeschieden, welche sich wie die Rhabdome mit Eisenhämatoxylin dunkel färben, und die ich mit einem Stiftchensaum, wie ihn Hesse 1901 z. B. bei *Julus* (siehe dort fig. 3 *Sti*) beschreibt, vergleichen möchte. Diese Elemente liegen in unmittelbarer Nähe des Linsenfortsatzes, der aus derselben lichtbrechenden Substanz wie die Linse besteht, so daß Schaub's Ansicht, daß dieser Fortsatz als eine dritte Linse zu betrachten sei, insofern einige Berechtigung hätte, als lichtempfindliche Elemente in seiner direkten Nähe sich befinden.

Was Größe, geringe Anzahl und Form der Rhabdome anbetrifft, so gilt dasselbe wie für *Curvipes* auch für andere Vertreter dieser Gruppe, wie *Limnesia undulata* (Fig. 22).

B. *Diplodontus despiciens.*

Bei einem flüchtigen Vergleich schon der percipierenden Elemente der Retina von *Diplodontus* mit denen von *Curvipes* fällt uns

sofort ein großer Unterschied bezüglich der Größe, Anzahl und Form der Rhabdome auf.

Hier finden wir zahlreiche verhältnismäßig kleine Rhabdome vor, welche sich senkrecht zur Krümmung der Linse stellen. Den Bau derselben zeigen am besten Quer- und Längsschnitte durch dieselben.

Während bei *Curvipes* eine Sehzelle ein Rhabdomer nur an einer bestimmten Stelle ausscheidet und an den übrigen Berührungsstellen mit andern Sehzellen dies unterläßt, scheidet bei *Diplodontus* jede Sehzelle da, wo sie mit andern in Berührung kommt, ein Rhabdomer aus (Fig. 15 *Rh*). Da die Sehzellen sich naturgemäß gegenseitig abplatten, so werden die Rhabdomere plattenförmig. Es liegt also hier wie bei *Curvipes* jedem Rhabdomer einer Zelle das Rhabdomer der Berührungszelle gegenüber, d. h. wir haben auch hier 2teilige Rhabdomere. Da nun zwischen den distalen Enden der Sehzellen keine andern, etwa Pigment- oder Stützzellen, sich befinden, sondern hier sich lauter Sehzellen gegenseitig berühren, so scheiden die Sehzellen, welche allseitig berührt werden, in ihrem ganzen Umfange Rhabdomere aus; es hängen also die Rhabdomere solcher Sehzellen miteinander zusammen (Fig. 15 u. 16). Die Sehzellen, welche an der Peripherie liegen, scheiden nur da, wo sie mit andern typischen Sehzellen in Berührung sind, Rhabdome aus, so daß wir hier keine geschlossene Rhabdomerbildung bekommen (s. Fig. 19 *pRz*). Es werden von jeder Zelle, die sich meist infolge der Berührung zu einem 6seitigen Prisma abplattet, meist 4—6 solcher Rhabdomere ausgeschieden, je nach der Zahl der Zellen, welche miteinander in Berührung treten, gerade wie uns Hesse 1901 von der Spinne *Steatoda* (s. dort fig. 100) beschreibt. Wir erhalten auf Querschnitten hiermit mehr oder weniger regelmäßige Polygone, meist Sechsecke (s. Fig. 15, 16), deren Lumen von Protoplasma der Sehzellen angefüllt sind. Auf schrägen Schnitten sind diese Sechsecke nach einer Richtung hin verzerrt.

Die einzelnen Rhabdomere sind durch Eisenhämatoxylin dunkel gefärbt. Die äußere Umgrenzung der Rhabdomere ist glatt, gegen das Lumen der Prismen ist jedoch kein glattes Kontur vorhanden, sondern die verschwommene Beschaffenheit der innern Umgrenzung deutet auf eine Zusammensetzung aus einzelnen kleinsten Elementen hin. Auf Längsschnitten können wir uns überzeugen, daß die Rhabdome spitz zulaufen (Fig. 17 *Rh*) und können hieraus den Schluß ziehen, daß die Rhabdomplatten mit einer Schneide endigen. Dies

tritt am besten auf hohen Querschnitten nahe der Linse durch die Retina zutage. Infolge der Konkavität der Retina erhalten wir nur auf kleinen Strecken die oberste Grenzlinie einiger weniger Rhabdomplatten, während die übrigen mehr oder weniger schief geschnitten sind; so bei Fig. 18 *OG* oberste Schneide der Rhabdome; bei *Rh* sind die Rhabdome schon wieder etwas längs getroffen.

Ganz dieselben Verhältnisse finden wir im hintern Auge von *Diplodontus* (Fig. 16), wo ebenfalls 2teilige Rhabdome noch in etwas geringerer Anzahl vorkommen.

Dieselben bilden im Querschnitt auch hier ein zusammenhängendes Netzwerk von Polygonen, meist Sechsecken.

Ausbildung sonstiger lichtempfindlicher Elemente, wie bei *Curvipes* z. B. unter dem Linsenfortsatz konnten nicht beobachtet werden.

Von den übrigen Vertretern der *Diplodontus*-Gruppe konnte ich leider infolge Materialmangels keine nähern Beobachtungen anstellen.

Bei *Eylais extendens* (Fig. 4 u. 5) konnte ich nach Entpigmentierung in Jander'scher Flüssigkeit feststellen, daß die Rhabdome des vordern Auges (*Rh*) nicht so zahlreich wie bei *Diplodontus* vorhanden waren und sich senkrecht zur Linsenoberfläche stellten. Die Rhabdome (*rh*) des hintern Auges, dessen Linse bandförmig über dasselbe wegzieht, ordnen sich in 2 Reihen an, deren Enden zusammenstoßen und eine Art Gasse zwischen sich lassen, welche in der Richtung des Linsenbandes verläuft. Das Pigment ist zwischen den Rhabdomeren in den Sehzellen abgelagert.

Was das 5. mediane „unpaare" Auge im Rückenschilde von *Hydrodroma* betrifft, so ist man nach der Schilderung Schaub's geneigt, auch hier Rhabdombildung anzunehmen, da er hier von 7 kleinen keulenförmigen Nervenstäbchen spricht. Meiner Ansicht nach kann es sich hier nur um Pigmentzellen (Fig. 2 *Pz*) handeln, da auch bei sehr starker Vergrößerung nur Pigmenthäutchen beobachtet werden können, während sonst bei andern Arten die Rhabdome sich sofort durch ihre lichtbrechenden Eigenschaften kenntlich machen. Daher müssen wir auch den von frühern Forschern gebräuchlichen Ausdruck „Auge" im engern Sinne fallen lassen, es ist lediglich ein pigmentiertes Sinnesorgan.

2. Pigment der Retinazellen.

In den Hydrachnidenaugen ist das Pigment auf die Retinazellen beschränkt; pigmentierte Hypodermiszellen, welche eine Art Iris um die Retina herumbilden, wie dies bei sehr vielen Arthropoden der Fall ist, fehlen bei allen daraufhin untersuchten Arten. Dies kam schon am lebenden Tiere bei den Vertretern der *Curvipes*-Gruppe, *Curvipes*, *Limnesia*, *Arrhenurus* usw. deutlichst zum Vorschein, wo man die dunkel pigmentierten Augenbulbus gut durch den durchsichtigen Panzer hindurch sehen konnte, während das umliegende hypermale Gewebe völlig pigmentfrei war.

Sagittalschnitte durch das Auge bestätigen dies. Das Pigment war völlig auf den von der periretinalen Membran umhüllten Augenbulbus beschränkt. Es zeigten sich alle Retinazellen gleichmäßig dicht mit Pigment angefüllt, aus dem die Rhabdome als hell leuchtende Punkte hervorstachen. Eine Differenzierung in rhabdomtragende Sehzellen und echte Pigmentzellen trat nicht hervor; ferner waren die Rhabdome durch Pigment völlig voneinander isoliert. Etwas anders verhielt sich *Diplodontus despiciens*. Hier konnten die Verhältnisse allerdings nur am lebenden Material beobachtet werden, da schon ziemlich schwacher Alkohol das Pigment völlig löste, so daß auf Schnittpräparaten keine Spur mehr davon zu sehen war. Entfernte man bei Isolationspräparaten die Linse des Auges, so konnte man, wenn man in den Becher von oben hereinsah, beobachten, daß die Rhabdome nicht durch Pigment voneinander isoliert, sondern völlig pigmentfrei waren, dagegen fand sich an der ganzen Peripherie der Retina ein Kranz pigmentierter Zellen, um seitlich einfallende Lichtstrahlen zu absorbieren. Diese Zellen konnten auch auf Schnitten beobachtet werden; ihre Kerne unterscheiden sich durch Größe und Form von typischen Sehzellenkernen (Fig. 3 *Pz*, 20 *Pz*).

Im übrigen schien der proximale Teil der rhabdombildenden Retinazellen pigmentiert, während der distale rhabdomtragende Teil, wie schon erwähnt, pigmentfrei war. Das Pigment tritt entweder in Form ziemlich großer Körner (*Curvipes*, *Hygrobates*, *Arrhenurus*) oder in feinkörnigem Zustande auf (*Limnesia*, *Diplodontus*). Mit der verschiedenen Größe der Pigmentkörner hängt gewissermaßen auch ihre Farbe und das Verhalten chemischen Reagentien gegenüber zusammen. Da, wo die Pigmentkörner sehr grob sind, sind die dunkel

violett bis tief schwarz und auch gegen die Jander'sche Entpigmentierungsflüssigkeit sehr resistent.

Das feinkörnige Pigment besitzt hell ziegelrote Farbe und ist schon im schwachen Alkohol löslich.

Leider versäumte ich es, mit starker Flemming'scher Lösung zu konservieren, wie sie bei W. Pfeffer angegeben ist. Das Pigment, wenn es Fettfarbstoff ist, wird hierbei osmiert, so daß Paraffineinbettung möglich ist und Schnitte mit gut erhaltenem Pigment erhalten werden können. Meist finden wir in einem und demselben Auge nur einerlei Pigment, jedoch gibt es Arten, wie *Curvipes*, welche beide Sorten von Pigment enthalten; die eine findet sich mehr in den distalen Partien der Retinazellen und ist von ziegelroter Farbe und feinkörnig, während die andere Sorte, dunkel und grobkörnig, sich in den proximalen Teilen vorfindet.

3. Kerne und Gestalt der Retinazellen.

Die Kerne der Retinazellen, speziell der Sehzellen, finden sich sämtlich in der proximalen Hälfte der Retina: sie zeichnen sich stets durch ihre bedeutenden Dimensionen aus im Vergleich zu den Kernen anderer Zellen, welche in der Retina vorkommen können; daher sind diese Körner immer leicht zu beobachten (Fig. 9 u. 10 K_1).

Ihre Gestalt ist bei *Curvipes* länglich oval, bei *Diplodontus* (Fig. 20 K_1) sphärisch; sie enthalten stets einen deutlichen Nucleolus, welcher meist excentrisch gelegen ist, bei *Diplodontus* verursachen sie meist eine Anschwellung des proximalen Zellteils, was bei *Curvipes* in dem Maße nicht hervortritt.

Außer diesen typischen Sehzellkernen finden sich bei *Diplodontus* in der Retina sowohl der vordern als der hintern Augen noch die kleinlichen runden Kerne des peripheren Zellkranzes (wahrscheinlich Pigmentzellen *Pz* Fig. 3 u. 20).

Ferner finden sich ebendaselbst nicht gerade zahlreich Zellkerne (Fig. 20 K_2, 17 K_2), die sich durch ihre eckige Form vor andern auszeichnen. Sie befinden sich zwischen Rhabdom und den typischen Sehzellkernen. Ob sie ebenfalls als Kerne von Pigmentzellen, die sich hier zwischen die Sehzellen einschieben, oder als Stützgewebe, oder Tapetumzellkerne zu betrachten sind, ließ sich nicht entscheiden. Am Auge des lebenden Tieres ließ sich wenigstens nichts, etwa Leuchten oder Glänzen, entdecken, was an ein Tapetum erinnern könnte.

Anschließend daran möchte ich auf die auffallenden Zahl- und

Größenunterschiede der Retinazellen der beiden Arten aufmerksam machen.

Curvipes besitzt eine beschränkte Anzahl voluminöser Sehzellen (8—12), welche mit ihren distalen Enden sich etwa bis zur Hälfte der Linse erstrecken. Eine dieser Sehzellen zeichnete sich regelmäßig durch einen langen Fortsatz aus, welcher sich unter dem Linsenfortsatz erstreckt (s. Fig. 7) und auf den schon in dem Abschnitt über die Rhabdome aufmerksam gemacht wurde. Welch spezielle Funktion dieser Zelle zufällt, ist schwierig zu sagen, da sie aber immer unterhalb des Linsenfortsatzes auftritt, so wird sie wohl in irgend einem Zusammenhang damit stehen.

Die Struktur des Protoplasmas erscheint in den Retinazellen der *Curvipes* als maschiges Netz und besitzt an manchen Stellen leichte Längsstreifung. Bei *Diplodontus* setzt sich die Retina entsprechend der größern Zahl der Rhabdome aus einer bedeutend größern Zahl von Zellen zusammen, deren feinere Strukturverhältnisse sich der Beobachtung entzogen.

Der Sehnerv.

An gelungenen Isolationspräparaten gelang es, den Verlauf der Sehnerven bis zu ihrem Eintritt ins Nervencentrum zu verfolgen. Ausgehend von letzterm finden wir für die beiden Augen einer Seite nur einen gemeinsamen Nervenstrang, eine Thatsache, die schon Kramer anführt; allerdings scheint er, da er nur Arten mit Doppelaugen untersuchte, nicht bemerkt zu haben, daß dieser Nervenstrang sich jederseits in größerer oder geringerer Entfernung vom Auge in 2 Äste gabelt. Denn er gibt seiner Verwunderung darüber Ausdruck, daß es ihm niemals gelungen sei, einen 4fachen Sehnerven zu beobachten.

Aus der Untersuchung, die sich auf die Verhältnisse bei Arten mit getrennten Augen, *Limnesia* und *Diplodontus*, und mit Doppelaugen, *Curvipes*, *Hygrobates* und *Arrhenurus*, sowie bei *Eylais*, deren 4 Augen nahe auf einer Augenbrille beisammen liegen, stützt, wurde festgestellt, daß bei sämtlichen Formen die Trennung der Optici einer Seite vor Eintritt in den Sehkörper früher oder später stattfindet. Bei *Limnesia* und *Diplodontus* fand die Trennung schon bald nach dem Austritt aus dem Oberschlundganglion, bei *Eylais* in der Mitte zwischen dem Nervencentrum und den Augen, bei *Hydrodroma* kurz vor dem Eintritt in das Auge statt.

Aber auch bei allen Arten mit Doppelaugen findet sich diese Trennung schon lange vor Eintritt in dieselbe.

Der Zerfall des Nervus opticus in die einzelnen Fasern findet unweit von der Eintrittsstelle des Opticus in den Sehkörper statt. Die centralen Fasern ziehen direkt zu den centralen Retinazellen; die peripheren längern dagegen biegen am Grunde der Retina aus und treten successiv mit den proximalen Enden der Retinazellen in Verbindung.

Eine Fortsetzung der Fasern im Leibe der Retinazellen konnte ich nicht beobachten; auch konnte ich nirgends entdecken, daß die Nervenfasern sich nicht mit dem proximalen Ende der Retinazellen verbanden oder etwas höher eintrat; ebenso wurde keine direkte Verbindung der Faser mit dem Rhabdom konstatiert, da dieses immer an den distalen Teilen der Zelle auftritt und innerhalb der Zelle liegt.

Die retinale Umhüllungsmembran.

Die Retinalkapsel (*peri M*), auf welche schon einigemal Bezug genommen wurde, ist eine Membran von ziemlicher Festigkeit und schließt alles Gewebe der Retina ein. Schaub schildert sie bei *Hydrodroma* als eine dünne Bindegewebsschicht, mittels welcher der Augenbulbus innen an der Chitinkapsel befestigt ist. Diese Membran ist nicht strukturlos und homogen, sondern es liegt ihr an der innern Seite eine besondere dünne zellige Matrix an, deren Zellen groß und äußerst flach sind, daher trifft man die lang gestreckten Kerne (K_3) in großer Entfernung voneinander an und auf ungünstigen Schnitten können nur einzelne oder oft gar keine getroffen sein; darauf beruht wohl die Annahme Graber's und Hentschel's, daß diese Membran bei Araneinen und Myriapoden strukturlos und homogen sei.

Wie schon früher hervorgehoben wurde, fällt derjenige Teil der Membran, welcher Graber den Namen „präretinale Membran" gegeben hat. Da ein Glaskörper nicht vorhanden ist, so ist dies ganz natürlich, da die Membran immer als eine Folge der Verwachsung der sich jederseits begrenzenden Zellwände, der Retina und des Glaskörpers dargestellt wird. Die Retinalkapsel zeigt innerhalb der beiden Hydrachniden-Gruppen Verschiedenheiten, so daß es angemessen ist, sie an der Hand der einzelnen Vertreter zu erläutern.

Abgesehen von einem geringfügigen Unterschied zeigt uns *Curvipes* am deutlichsten die charakteristischen Merkmale dieser Gruppe,

welche Doppelaugen besitzt. Hier umhüllt die Retinalkapsel (Fig. 7, 8, 9 *peri M*) beide Augen, ohne zwischen die beiden Retinae einzudringen, wie es unter anderm Purcell bei den Phalangiden beschreibt, nur mit dem Unterschiede, daß sich bei den Angehörigen der *Curvipes*-Gruppe diese Membran auch auf die Linsen fortsetzt und über dieselben hinwegzieht.

Natürlich befinden sich mit der Linse auch die Anhängsel derselben, wie der hakenförmige Fortsatz (Fig. 7, 11, 12 *Fo*) und die chitinöse Verbindungsbrücke beider Linsen innerhalb der Retinalmembran. Bei den Arten, welche wie *Curvipes* eine chitinöse Verbindung der Linse mit der Cuticula besitzen, wird diese Membran an der Stelle durchbohrt (Fig. 7 *Chb*). Daran anschließend, möchte ich auf die merkwürdigen Verhältnisse aufmerksam machen, wie sie uns ein Längsschnitt durch das Auge von *Limnesia* liefert (Fig. 22). Wir sehen hier zwischen Linse und Cuticula eine allseitig geschlossene chitinöse feine Membran, welche einen Hohlraum umschließt. Womit dieser ausgefüllt war, konnte nicht festgestellt werden, jedenfalls war er frei von Gewebe. Diese Membran legt sich einerseits dicht der Linse an (Fig. 22 *x*), andrerseits der Innenseite der Körpercuticula. Dazwischen liegen die Umbiegestellen von der einen Seite zur andern (Fig. 22 bei *K. K*).

An dieser Stelle konnte ich auf jeder Seite einen ziemlich großen Zellkern (*K. K*) entdecken, welche ich als Kerne der Matrix dieses Chintinhäutchens in Anspruch nehmen möchte.

Wäre dieser Hohlraum mit einer Flüssigkeit oder mit Luft angefüllt, so würde das Auge, wie in ein Kissen eingebettet, darauf ruhen.

Anders liegen die Verhältnisse bei der *Diplodontus*-Gruppe, wo die Linse mit der Cuticula direkt zusammenhängt. Hier kann die retinale Membran sich nicht auf die Linse fortsetzen, sondern setzt sich an der Stelle, wo die Cuticula zur Linse anschwillt, ringsherum an derselben an (Fig. 20 *x. x*). Dabei befindet sich der Linsenfortsatz zum Unterschied mit *Curvipes*, wo derselbe sich innerhalb der Membran befindet, außerhalb derselben und liegt wie eine Leiste in einer Rinne, welche an dieser Stelle die Retina bildet, in der Membran eingelagert (Fig. 24 *Fo Q*).

Muskulatur und Beweglichkeit der Augen.

Es fiel schon lange auf, daß manche Hydrachniden bewegliche Sehorgane besitzen; so erwähnt Kramer und Schaub, wie schon im

Abschnitt über die Linse angeführt wurde, bei *Atax*, Haller bei *Diplodontus*, daß zur Bewegung der Augen Muskeln vorhanden sind, fast jeder von denselben gab sich Mühe, die Ursachen dieser Bewegung und speziell die Ansatzstellen der Muskeln zu finden.

Während nach Schaub der schon des öftern erwähnte Hacken an der Linse dorsal in der Cuticula endigt und ein zartes Muskelband an der Stelle, wo der Sehnerv sich zum Augenbulbus erweitert, am Bindegewebe desselben ansetzt, verlegt Kramer die Ansatzstelle des Muskels an das Ende eben dieses Fortsatzes. Auch Haller beobachtete bei *Diplodontus* „einen hornförmigen Chitinfortsatz an der Augenlinse zum Ansatz von Muskeln".

Diese geteilten Ansichten rühren hauptsächlich von der Zartheit des Muskelbands her, welches bei Isolationspräparaten leicht reißt und auf Schnitten nur durch künstliche Färbung deutlich hervortritt.

Um Klarheit in die Sache zu bringen und ein einheitliches Prinzip der Bewegung der Augen aufzustellen, wurden möglichst viele Arten auf diese Verhältnisse hin untersucht. Zur Verfügung standen: *Limnesia undulata* und *Histrionica*, *Curripes carneus*, *Hygrobates longipalpis*, verschiedene Arten von *Arrhenurus*, *Diplodontus despiciens*, *Eylais extendens* und *Hydrodroma*.

Wenden wir uns zu den Arten mit völlig getrennten Augen einer Seite, *Limnesia* und *Diplodontus*, so wurde hier nur eine Bewegung des vordern größern Auges beobachtet, während das hintere kleinere absolut unbeweglich war. Dies ist mit dem oben erwähnten Chitinfortsatz der Linse in Zusammenhang zu bringen, der immer nur am vordern Auge zu finden ist. An seinem proximalen in das Körperinnere ragenden Ende setzt sich ein zarter Muskel (*M*) an, welcher nach einem dorsal gelegenen Punkt führt (Fig. 22 *M*).

Während bei *Limnesia*, wo sich die Linse samt Fortsatz leicht isolieren ließ, hauptsächlich dies an sorgfältigen Isolationspräparaten konstatiert wurde, wo an den Fortsatz immer noch ein Stück des daran ansetzenden Muskels zu finden war, konnte bei *Diplodontus*, der wegen seines weichhäutigen Panzers leichter zu schneiden war, dies sehr genau an Schnitten dargestellt werden.

Wir finden hier an der Übergangsstelle der Cuticula in die Linsenlamelle des vordern Auges jenen nach innen ragenden Fortsatz, der ungefähr senkrecht zur Cuticula steht (Fig. 3 *Fo*). An seinem in das Innere ragenden Ende setzt ein Muskelbündel an (Fig. 23 *M* Muskel, *Fo Q* ist der quergeschnittene Fortsatz), welches unter fast rechtem Winkel zu diesem Fortsatz sich nach

der Mitte der dorsalen Cuticula hinzieht und dort über dem Darm (*D*) an dem etwas verdickten und zugleich etwas eingesenkten Panzer (*E. M*) ansetzt. Das Muskelbündel besteht hier, wie auch in den übrigen Fällen aus 2 deutlich quer gestreiften Muskelfasern (*M*), was besonders bei der Färbung mit Eisenhämatoxylin hervortritt. Dieselben vereinigen sich je an den beiden Ansatzstellen miteinander, während sie in ihrem sonstigen Verlaufe getrennt sind.

Aber auch bei Arten mit Doppelaugen, wie *Curvipes*, *Hygrobates* und *Arrhenurus* fand ich dieses Prinzip in der Bewegung der Augen bestätigt. Bei diesen findet sich ebenfalls jener Linsenfortsatz nur am vordern größern Sehkörper des Doppelauges und ebenso ein daran ansetzendes Muskelbündel. Dies zeigt uns deutlich Fig. 25, welche nach einem gut gelungenen Isolationspräparat gezeichnet ist (*M* Muskel. *A. M* Ansatzstelle des Muskels an den Fortsatz *Fo* der Linse). Wir sehen hier auch deutlich, wie Schaub zu der Auffassung kam, „daß der Muskel an der Stelle, wo der Nerv zum Bulbus anschwillt, ansetzt“; der Muskel tritt nämlich mit den Sehnerven zugleich in die retinale Membran ein, welche hier durchlöchert ist. Der Fortsatz liegt hier innerhalb der retinalen Hülle.

Obwohl die Bewegung bei den Arten mit Doppelaugen nur vom größern Sehkörper ausgeht, bewegt sich infolge der innigen Vereinigung beider durch die Retinalmembran und die Chitinbrücken beider Linsen der kleinere Sehkörper passiv mit. Bemerkenswert ist, daß Schaub, wie oben schon erwähnt wurde, auch bei Arten mit absolut unbeweglichen Augen wie mit Augenkapseln (*Eylais* und *Hydrodroma*) einen zapfenförmigen Fortsatz der Linse am vordern Auge bemerkte, welcher vielleicht als Rudiment des bei andern Arten funktionierenden Fortsatzes angesehen werden kann.

Die Art und Weise der Bewegung ist bei verschiedenen Hydrachniden-Arten nicht dieselbe. Meist wird dieselbe bei frühern Autoren als eine unausgesetzt zitternde Bewegung beschrieben. Dies kann nur der Fall sein, wo der Linse eine große Bewegungsfähigkeit verliehen ist, also bei Arten, wo das Auge völlig innerhalb der Cuticula sich befindet.

Aber auch hier konnte ich noch Unterschiede bemerken; so bewegten sich bei *Curvipes* die Augen ziemlich rasch, zitternd, während bei *Hygrobates* die Kontraktion der Muskeln viel langsamer vor sich ging und ab und zu sistierte.

Noch langsamer verlief die Bewegung der Augen bei *Diplodontus*, wo man jede einzelne Muskelkontraktion gemächlich verfolgen konnte.

Dies ist auch leicht zu verstehen, da bei jeder Kontraktion infolge des Zusammenhangs des Auges mit der Cuticula diese eine Strecke weit mit eingezogen werden muß und der Panzer dann eine Einbuchtung zeigt. Die frühere Form der Cuticula wird nach Erlahmung des Muskels durch die Elastizität der Cuticula und den Druck des Körperinnern wieder hergestellt. Es fragt sich nun, was wird durch die Kontraktion der das Auge bewegenden Muskel bewirkt?

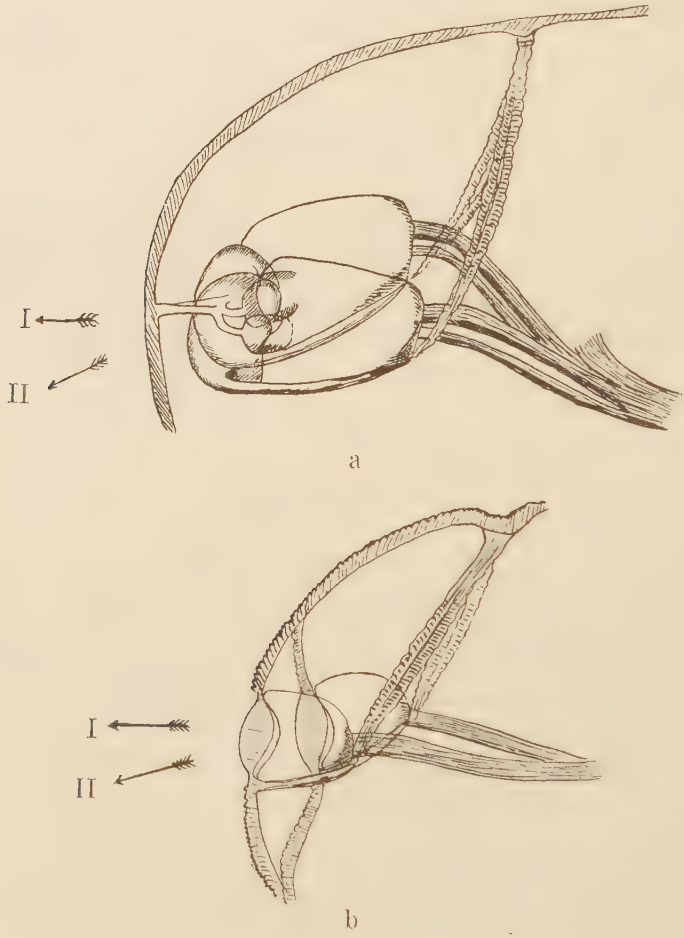


Fig. C.
Schemata zur Erklärung der Augenbewegung.
a *Curvipes carneus.* b *Diplodontus despiciens.*

Es läßt sich dies am besten an einer schematischen Figur erklären, s. Fig. C a u. b. Der Pfeil I zeigt uns die Richtung der Augachse in Ruhestellung, der Pfeil II die Richtung derselben bei kontrahiertem Muskel. Fig. C, a stellt uns die Bewegung bei *Curvipes*, Fig. C, b die bei *Diplodontus* dar.

Da der Fortsatz immer ventral liegt und die Muskeln am Ende des Fortsatzes nach einem dorsalen Punkte der Cuticula ziehen, und da ferner die Retina dem Fortsatz aufliegt, so wird bei Kontraktion der Muskel das Ende des Fortsatzes und damit die Retina in ihrer hintern Region in die Höhe gezogen. Mit dem Fortsatze bewegt sich zugleich die Linse, die durch die Kontraktion in der Hauptsache nur eine Drehung erfährt. Eine jede Kontraktion des Muskels wird notwendig eine Lageveränderung der Achse des ganzen Auges (also Linse samt Retina) zur Folge haben. Diese Bewegung hat mit der, welche wir mit dem Begriff der Accomodation verbinden, nichts gemein, denn jede Bewegung hat in unserm Falle notwendig zur Folge, daß andere Regionen der Außenwelt auf die Retina projiziert werden. Es ist gleichsam ein Abtasten des Gesichtsfeldes, wie wir es bei den Daphniden finden.

Ist das Auge in Ruhe, so ist die Linse des vordern Auges nach vorn geradeaus gerichtet und Lichtstrahlen können in der Richtung des Pfeils I in das Auge eindringen; wirkt der Muskel, so wird der hintere Teil des Auges gehoben und der vordere nach abwärts gedreht, so daß von tiefer liegenden Regionen Lichtstrahlen in der Richtung des Pfeils II in dasselbe gelangen können. Eine Drehung nach oben ist nicht nötig, da das hintere Auge nach oben und meist auch nach hinten gerichtet ist.

Außerdem konnte ich beobachten, daß die Bewegungen der beiden Augen zur gleichen Zeit nicht immer dieselben sind, so war das eine Auge oft in Ruhe, während das der andern Seite bewegt wurde.

Kurze Zusammenfassung der Resultate der frühern Abschnitte und Vergleich der Hydrachnidenaugen mit denen anderer Arthropoden.

Wenn wir versuchen, die im Vorhergehenden dargelegten Resultate in kurzen Worten zusammenzufassen, so ergibt sich etwa Folgendes:

1. Die Sehorgane der Hydrachniden sind einschichtige, nicht invertierte Ocellen; Glaskörper sowie präretinale Membran fehlen.

2. Die Retinazellen sind hauptsächlich zu Gruppen von je 2 zusammengestellt. Jede Zelle scheidet ein Rhabdomer aus, so daß wir 2teilige Rhabdome haben.

Bei *Curvipes carneus* scheidet eine Retinazelle nur an einer Stelle ein Rhabdomer aus, bei *Diplodontus despiciens* an allen Stellen, wo sie von andern Retinazellen berührt wird.

3. Die beiden vordern Ocellen sind beweglich, ausgenommen die Fälle, wo durch Einhüllung in eine Chitinkapsel Beweglichkeit ausgeschlossen ist. Bei Doppelaugen bewegt sich der hintere kleinere Sehkörper passiv mit. Die Bewegung geht von einem an einem hornförmigen Linsenfortsatz ansetzenden Muskelbündel aus, welches dorsal an der Cuticula sich festsetzt.

Durch die Bewegung wird keine Accommodation hervorgebracht, sondern die Richtung der Sehachse verändert, also nur ein anderer Gegenstand auf die Retina projiziert.

Hinsichtlich der ganzen Anlagen der Augen möchte ich als Grundform *Diplodontus despiciens* aufstellen, von dem sich einerseits durch weitere Chitinisierung der Cuticula die Augenkapseln von *Eylais* und *Hydrodroma* der *Diplodontus*-Gruppe, andrerseits durch die Loslösung der Linse von der Cuticula die *Curvipes*-Gruppe gebildet haben würde.

Innerhalb der *Curvipes*-Gruppe hätten wir als Vertreter der Formen mit getrennten Augen *Limnesia*, von der sich Arten mit Doppelaugen ableiten würden.

Suchen wir die Hydrachnidenaugen im allgemeinen mit denen der Arthropoden zu vergleichen, so können nur einschichtige Ocellen hierfür in Betracht kommen, wie die von *Scolopendra*, *Iulus*, der Seitenaugen der Scorpione und das Auge der *Dytiscus*-Larve; jedoch möchte ich von einem Vergleich mit dem *Iulus* und *Scolopendra*-Augen absehen, da dieselben hinsichtlich ihrer Stellung zwischen Einzel- und Komplexaugen insofern schon auf etwas höherer Stufe stehen, als hier die einlinsigen Einzelaugen in bedeutend größerer Anzahl vorkommen und so durch Zusammenrücken zu den viellinsigen Komplexaugen überführen können; auch das Auge der *Dytiscus*-Larve möchte ich bei einem Vergleiche ausnehmen, da dasselbe zu den 2schichtigen Ocellen überleitet, indem sich Hypodermiszellen zwischen Linse und Retinazellen einschieben.

Es blieben hiermit nur noch die Seitenaugen der Scorpione übrig. Hier stimmt die Beschreibung des Baues, welche G. H. Parker sowie E. Ray Lankester und A. G. Bourne von ihnen geben, in

vielen Punkten sogar bis ins einzelne mit den Hydrachnidenaugen, besonders von *Diplodontus despiciens*, überein. Da es zu weit führen würde, alle Ansichten, die über den Bau der Seitenaugen der Scorpione geäußert worden sind, hier anzuführen, so werde ich mich nur an die genauern Untersuchungen von Ray Lankester und A. G. Bourne sowie G. H. Parker und R. Hesse halten.

G. H. Parker faßt seine Untersuchungsresultate in folgende Worte kurz zusammen:

„The evidence derived from the anatomy of the adult eye, the absence of a preretinal membrane and permanent lentigen, and the continuity of the retina with the hypodermis, together with the facts derived from a study of the development of the eye, show conclusively that in scorpions the retina of the lateral eye is what Lankester and Bourne have called monostichous, and that this retina, unlike that of the median eyes, is normal, not inverted."

Dies stimmt im großen und ganzen mit den Befunden bei *Diplodontus despiciens* überein, und auch bei der *Curvipes*-Gruppe, *Curvipes*, *Limnesia* und andern, wenn wir von dem Punkte absehen, daß hier die Linke von der Cuticula durch einen Zwischenraum getrennt ist. Die Tatsache, daß ein kontinuierlicher Übergang der Retina in die Hypodermis bei den Hydrachniden nicht vorhanden ist, kann als nebensächlich gelten, da nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft es als ganz sicher festgestellt gilt, daß die Retinazellen aus modifizierten Hypodermiszellen abzuleiten sind und eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung des Hydrachnidenauges würde dies auch sicher zutage fördern.

Da diese Arbeit nur den Bau und nicht auch die Entwicklungsgeschichte der Hydrachnidenaugen im Sinne hatte, so wurden nur ausgewachsene Tiere zu den Untersuchungen verwendet.

Noch weiter geht diese Homologie, wenn wir die Rhabdombildung von *Diplodontus* mit der der Seitenaugen der Scorpione, spez. *Centrurus* vergleichen.

Parker schreibt p. 98: „In *Centrurus* the retinal cells show no tendency to be arranged in groups of five (wie dies in den Medianaugen der Fall ist); and the rhabdomeric thickening take place on all sides of the cell. This is particularly noticeable in examining the region nearest the lens. In the uttermost sections the cells are sharply outlined and the walls are very thin. In the second or third section from the lens, the walls suddenly become thicker around the whole circumference of the cell, and take on a lustrous

appearence. With Kleinenberg's haematoxlin the substance of the rhabdomeres can be colored, and the line of demarcation between products of the separate cells can be distinguished."

Diese Beschreibung Parker's stimmt mit der der Rhabdome von *Diplodontus* völlig überein; der Nachweis, daß die Rhabdome von *Diplodontus* 2teilig sind, ändert nichts an dieser Tatsache. Abweichend hiervon sind allerdings die Angaben Ray Lankester u. Bourne's, sowie Hesse's (1901), deren Untersuchungen jedoch andere Scorpionen-Arten als *Centrurus* betrafen. Erstere fanden in den Seitenaugen von *Euscorpius italicus* die Bildung des Rhabdoms aus Rhabdomeren undeutlich und nicht vollständig durchgeführt.

Hesse, der die Seitenaugen von *Euscorpius europaeus* genauern Untersuchungen unterwarf, fand die Neigung, Rhabdome zu bilden, weit ausgesprochener, als Ray Lankester u. Bourne es bei *Euscorpius italicus* darstellen.

Auch der sonstige Bau der Retina von *Diplodontus* scheint nach den Angaben von Parker und Ray Lankester u. Bourne mit dem der Scorpione übereinzustimmen. Ray Lankester u. Bourne machen über die Differenzierung der Retinazellen der Seitenaugen der Scorpione folgende Angaben:

„The retina consists of unicellular elements, or nerv-end cells, and of indifferent cells. The indifferent cells occur both between the nerve-end or retinal cells, as „interneural cells" and around the edge of the retina as „perineural cells". The indifferent cells all contain pigment, the retinal cells are probable pigmented on their peripheries."

Hiernach ließen sich die „perineural cells" gut mit der peripheren Randzone der Pigmentzellen (Fig. 3 u. 20 *Pz*) bei *Diplodontus* gleichstellen, während man den „interneural cells" diejenigen von *Diplodontus* homologisieren könnte, deren Kerne in Fig. 10a mit K_1 bezeichnet sind. Die Lage der perineural cells, besonders an den jüngern Stadien, aber auch am ausgewachsenen Tiere, brachte Parker auf den Gedanken, dieselben für corneagene Zellen zu halten. Dies tritt auch in seiner Figur zutage, wo die peripheren Zellen der Retina ähnlich wie bei der *Dytiscus*-Larve sich über die centralen zwischen die Linse und die andern Retinazellen einzuschieben scheinen.

Eine ähnliche Verbindung der Rhabdome wie bei *Diplodontus* fand auch Purcell bei einer großen südamerikanischen Vogelspinne, sowie bei vielen Dipneumonen. „Dort produzirt jede Zelle 2—6 Rhabdomere, von denen jedes mit einem der Rhabdomere jeder

anliegenden Zelle verwächst. Auf diese Weise nimmt jede Zelle Teil an der Bildung von 2—6 verschiedenen Rhabdomen. Jedes Rhabdom ist das Produkt von in der Regel nur 2 Zellen und erscheint deshalb auch zweiteilig."

Auch Hesse (1901) erwähnt solche Rhabdombildungen im Auge von *Scolopendra* und der Spinnen, speziell dem Hauptauge von *Steatoda*.

Die Rhabdombildung, daß, wie bei *Curripes carneus*, eine Sehzelle nur an einer bestimmten Stelle ein Rhabdomer ausscheidet, dem gegenüber ein Rhabdomer einer andern Zelle liegt, kommt vielfach bei Stirnocellen von Insecten vor, z. B. *Vespa*, ferner bei den Larvenaugen von solchen; so beschreibt auch Redikorzew, daß die 2teiligen Stäbchen im Larvenauge von *Perla bicaudata* „nur in der Mittelpartie der Berührungslinie der beiden Sehzellen gebildet werden" und sonst nirgends im ganzen Umfange der Sehzellen lichtempfindliche Substanz ausgeschieden wird.

Daß zur Bewegung der Augen ein Linsenfortsatz mit daran wirkendem Muskel bei den Hydrachniden vorkommt, steht wohl unter den Arthropoden vereinzelt da; die Wirkung der Bewegung ist jedoch dieselbe wie bei den andern Arthropoden, wo bewegliche Augen vorkommen; so bei den Daphniden, Poliphemiden und Spinnen.

Für letztere besonders, wo auch nur das vordere Augenpaar weglich ist, hat Grenacher unzweideutig nachgewiesen, daß es sich hier auch nur um eine Verschiebung der Achse des Auges handelt und damit nicht Accomodation, sondern nur eine Projektion anderer Regionen der Außenwelt auf die Retina hervorgebracht wird. Treffend stellt er sie in Parallele mit den durch die äußern Augenmuskeln vermittelten Drehungen unserer eignen Augenbulbi.

Als Anhängsel an diese Arbeit über Hydrachnidenaugen möchte ich noch einiges über ein Sinnesorgan von bisher unbekannter Bedeutung, welches in nahem Zusammenhang mit den Augen steht, anführen.

Beim Isolieren der Augen fand ich, daß immer, wenn das Oberschlundganglion noch mit herauspräpariert wurde, auch ein anderes Sinnesorgan damit im Zusammenhang war. Dasselbe fiel schon früher auf. Claparède erwähnt es bei *Atax bonzi* zum erstenmal als eine „wasserhelle Blase", die jederseits vom Gehirn (d. h. Claparède hielt die großen dorsalen Munddrüsen für das Gehirn) dicht nach innen von einer stets leicht wahrzunehmenden Haardrüse zu finden sei".

Auch Haller bemerkt es bei *Hydrodroma*, wo es in 4facher Zahl eingelagert in die 4 Ecken des oben erwähnten Rückenschilds vorkommt; ferner fand er es bei *Eylais*. Irrtümlich hielt er es für einen Ausführgang einer Drüse.

Am genauesten beobachtete es Schaub bei *Atax bonzi*, wo er es dicht unter der Haut als eine wasserhelle Blase, erfüllt von rundlichen Zellen, vorfand. Er überzeugte sich auch, daß er wirklich ein Sinnesorgan mit einem zuführenden Nerven vor sich hatte, und fand, daß der Nerv nicht direkt vom Nervencentrum austrat, sondern daß derselbe ungefähr in der Mitte zwischen Auge und Nervencentrum aus dem Sehnerv sich abzweigt.

Im Baue fand er es bei den von ihm untersuchten Arten gleich, „als eine wasserhelle Blase, erfüllt von rundlichen Zellen", nur die Anzahl und Größe solcher Sinnesorgane war verschieden.

Auch ich bemühte mich, dieses Sinnesorgan näher zu untersuchen. Auffallend groß fand ich dasselbe bei *Curripes carneus*, wo es in der Zweizahl vorkommt. Es liegt hier direkt über dem Auge (Fig. 26 *So*).

Wie bei *Atax* tritt hier jederseits vom Oberschlundganglion ein ziemlich starker Nervenstrang aus. Derselbe gabelt sich zugleich in 3 Äste (Fig. 26 *No*, *No'* und *UN*), wovon je einer zum größern und kleinern Sehkörper des Doppelauges (*No*, *No'*) führt, während der 3. (*UN*) ein Sinnesorgan (*S. O*) innerviert, dessen Gestalt pilzförmig sich unter der Cuticula erstreckt. Der Nerv stellt den Stiel des Pilzes dar. Mit seiner breiten Oberfläche liegt er dorsal dicht der Cuticula an, so daß es sich uns, von oben betrachtet, kreisförmig darbietet. Es ist vollkommen durchsichtig, so daß man das darunter liegende Auge (*A*) gut hindurch schimmern sieht. Dem Mittelpunkt zu verlaufen die von oben deutlich sichtbaren Zellgrenzen der 10—12 Zellen, welche jedoch in der Mitte nicht zusammenstoßen; sondern es bleibt ein kleiner centraler Raum frei, der wahrscheinlich auch von einer Zelle ausgefüllt wird. Die peripheren Ränder der Zellen erscheinen etwas ausgezackt und in Fäserchen ausgezogen. So bietet es sich uns an Totalpräparaten und am lebenden Tier dar.

Längsschnitte zeigen uns den nähern histologischen Bau desselben. Er setzt sich aus einer Lage lang gestreckter Zellen zusammen, an deren proximalem Ende der Nerv tritt. Ungefähr in der Mitte liegt der große Zellkern (*K*), der immer einen stark lichtbrechenden Nucleolus zeigt. Auf Fig 27 ist noch ein centraler

Spalt zu sehen, den ich jedoch, da er sonst nirgends mehr sich zeigte, auf künstliche Einflüsse zurückführen möchte.

Überhaupt stehen die Zellen selbst miteinander in lockerer Verbindung, da sie sich leicht isolieren lassen und auch auf Schnitten oft Risse und Spalten zwischen den einzelnen Zellen sich zeigen.

Am distalen Ende der Zellen fand sich regelmäßig eine Art Saum (Fig. 27 *S A*), der ziemlich breit eine grobe Struktur zeigt und an manchen Stellen quer gestreift ist. Derselbe hob sich nur durch seine dunklere Färbung von dem übrigen Protoplasma ab und scheint eine Absonderung der Zellen zu sein. An seinem distalen Ende waren noch feine Fäserchen zu entdecken.

Das ganze Organ ist in eine Membran, wie die Retina in die Retinalmembran eingehüllt, welche sich von der Hypodermis abzweigt.

Diese Membran ist auch auf dem zuleitenden Nerven eine Strecke weit zu verfolgen (Fig. 27 *HyM*).

Die Cuticula zeigt im ganzen Umkreis dieses Organs keine Besonderheiten; sie behält ihre gleichmäßige Stärke und besitzt weder eine Haarborste noch einen Ausführgang oder Porenkanäle. Auffallend war die Stärke des zuführenden Nervenstrangs (*U N* Fig. 26, *N* Fig. 27) im Vergleich zu den beiden Nervi optici; er war im Mittel 22,5 μ stark, während der Opticus *No* für das größere nur 15 μ und *No'* für das kleinere Auge nur 9,5 μ dick war.

Was die Zahl dieser Sinnesorgane betrifft, so fand ich es bei *Curvipes* in der Zweizahl vor, und zwar auch schon beim Nymphenstadium dieser Art, wo es regelmäßig etwas nach rückwärts verlagert war.

Bei *Eylais* kommt es ebenfalls in der Zweizahl vor, wo es jederseits in einer Höhlung der die beiden Chitinkapseln der Augen verbindenden Brücke liegt; bei *Hydrodroma* kommt es, wie schon oben erwähnt, in 4facher Zahl vor. Hier, wie bei *Eylais*, ist über jedem derselben eine Haarborste eingelenkt.

Über die Funktion dieser Organe herrschen die verschiedensten Ansichten; diejenige Haller's, welcher diese Organe für Hautdrüsen hielt, ist von vornherein ausgeschlossen. Schaub und Claparède haben sich nicht bestimmt ausgesprochen; beide sind geneigt, dieselben für den Gehörsinn zu reklamieren, haben aber diese Ansicht nicht direkt ausgesprochen, weil keinerlei feste Körper, wie Otholite, darin wahrgenommen werden. Der enge Zusammenhang der Nerven

dieser Organe mit dem Augennerv führt Schaub zu der Vermutung, daß es vielleicht rückgebildete Augen seien.

Auch aus dem Vorstehenden läßt sich nur ein negativer Schluß auf die Funktion derselben ziehen. Gegen die Annahme von Geschmacks- oder Geruchsorganen spricht, daß sie keine Kommunikation mit dem umgebenden Medium besitzen, und gegen ein Gehörorgan, daß kein Otolith vorhanden ist und überhaupt bei Arthropoden Gehörorgane in dieser Form nicht vorkommen.

Auch gegen die Annahme, es sei ein rückgebildetes Auge, sprechen verschiedene Umstände.

Schaub, der dieses Organ bei *Atax* und *Hydrodroma*, wo dieselben ziemlich klein sind, untersuchte, möchte es am liebsten als rudimentäres Auge betrachten. Aber die pilzförmige Gestalt, wie es bei *Curvipes* sich uns darbietet, ferner die bedeutende Größe sowie das vollkommene Fehlen einer linsenförmigen Anschwellung der Cuticula oder eines sonstigen dioptrischen Apparats sprechen nicht für die Annahme eines rudimentären Auges.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Blochmann meinen aufrichtigen Dank für das mir stets entgegengebrachte Wohlwollen auszudrücken. Er hat von Anfang an diese Arbeit mit regem Interesse verfolgt und mir jederzeit seinen bewährten Rat zuteil werden lassen.

Auch Herrn Prof. Dr. Hesse fühle ich mich durch seine vielfache Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Bertkau, Ph., 1886, Beiträge zur Kenntnis der Sinnesorgane der Spinnen, I. Die Augen der Spinnen, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 26.

Carrière, J., 1885, Die Sehorgane der Tiere, München.

—, 1886, Kurze Mitteilungen aus fortgesetzten Untersuchungen über die Sehorgane, in: Zool. Anz., Jg. 9.

—, 1890, Bau und Entwicklung des Auges der zehnfüssigen Crustaceen und Arachnoiden, in: Biol. Ctrbl., V. 9.

Claparède, E., 1859, Zur Morphologie der zusammengesetzten Augen bei den Arthropoden, in: Z. wiss. Zool., V. 10.

—, 1868, Studien an Acariden, ibid., V. 18.

Croneberg, 1878, Ueber den Bau der Hydrachniden, in: Zool. Anz., 1878.

Frisch, J. L., 1730, Beschreibung von allerlei Insekten, Berlin 1730, V. 8.

Gegenbaur, C., 1890, Vergleich. Anatomie der Wirbeltiere, V. 1, Leipzig 1898.

Graber, G., 1880, Über das unicorneale Tracheatenauge, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 17.

Grenacher, H., 1879, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden, Göttingen 1879.

—, 1880, Über die Augen einiger Myriapoden, in: Arch. mikrosk. Anat., V. 18.

Haller, G., 1882, Die Hydrachniden der Schweiz, in: Mitt. naturf. Ges. Bern, 1882.

Hentschel, 1899, Beiträge zur Kenntnis der Spinnenaugen, in: Zool. Jahrb., V. 12, Anat.

Henking, H., 1882, Beiträge zur Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Biologie von Trombidium ligniosum, in: Z. wiss. Zool., V. 37.

Hesse, R., 1900, Über die Organe der Lichtempfindung bei niedern Tieren, VI. Die Augen einiger Mollusken, ibid., V. 68.

—, 1901, Über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren, VII. Die Arthropodenaugen, ibid., V. 70.

Korschelt und Heider, 1893, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere, Jena 1893.

Kramer, P., 1875, Beiträge zur Naturgeschichte der Hydrachniden, in: Arch. Naturgesch., Jg. 45, V. 1.

Latreille, P. A., 1831, Cours d'Entomologie, première année, Paris 1831.

Leydig, F., 1855, Zum feineren Bau der Arthropoden, in: Arch. Anat. Physiol., Jg. 1855.

—, 1864, Das Auge der Gliedertiere, Tübingen.

—, 1864, Tafeln zur vergl. Anat.

—, 1857, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere, Frankfurt.

—, 1902, Horae zoologicae, Jena.

v. Linné, C., 1761, Fauna Suecica; editio altera, Stockholm 1761.

Miltz, O., 1899, Das Auge der Polyphemiden, in: Bibl. zool., V. 11.

Müller, O. F., 1781, Hydrachnae, quas inaquis Daniae palustribus detexit, Lipsiae.

Müller, J., 1829, Fortges. Untersuchungen über den Bau der Augen bei den Insekten und Crustaceen, in: Arch. Anat. Physiol., Jg. 1829.

Marck, E. L., 1887, Simple eyes in Arthropods, in: Bull. Mus. comp. Zool. Cambridge, V. 13.

Parker, G. H., 1887, The eyes in Scorpions, ibid., V. 13.

Patten, W., 1886, Eyes of Molluscs and Arthropods, in: Mitt. zool. Stat. Neapel, V. 6.

Pfeffer, W., 1901, Die Sehorgane der Seesterne, in: Zool. Jahrb., V. 14, Anat.

Piersig, W., 1900, Deutschlands Hydrachniden, in: Bibl. zool., V. 22.

Purcell, Fr., 1894, Über den Bau der Phalangidenaugen, in: Z. wiss. Zool., V. 58.

Ray Lankester, E. and A. G. Bourne, 1883, The minute structure of the lateral and central eyes of Limulus and Scorpio, in: Quart. J. microsc. Sc., V. 23.

Redikorzew, W., 1900, Untersuchungen über den Bau der Ocellen der Insekten, in: Z. wiss. Zool., V. 68.

Roesel, A. J., 1755, Insektenbelustigungen, V. 3.

v. Schaub, R., 1888, Über die Anatomie von Hydrodroma, in: SB. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., V. 97.

Swammerdam, Joh. J., 1752, Bibel der Natur, Leipzig 1752.

Erklärung der Abbildungen.

Zur Vergrößerung der Präparate wurde ein ZEISS'sches Instrument benützt. Die Art der Vergrößerung ist einer Klammer der jedesmaligen Figurenerklärung beigegeben. Die Figuren selbst sind mit Hilfe eines ABBÉ'schen Zeichenapparats entworfen.

Bedeutung einiger wiederholt vorkommender Buchstaben:

C Cuticula
Chb chitinöses Band, welches Linse mit Cuticula verbindet
Chb' chitinöses Band, welches die beiden Linsen des Doppelauges verbindet
F Fettkörper
Fo Linsenfortsatz
Fo. Q Linsenfortsatz, Querschnitt
Hy Hypodermis
K_1 Retinazellkern
K_2 Kerne interneuraler Zellen
K_3 Kerne der periretinalen Membran
L homogener distaler Teil der Linse
L_1 proximaler weicher Teil der Linse
M Augenmuskel
No Nerv zum größern Sehkörper des Doppelauges
No' Nerv zum kleinern Sehkörper des Doppelauges
peri M periretinale Membran
Pz Pigmentzellen (?)
R, r Retina des größern, kleinern Sehkörpers
Rh Rhabdom

Tafel 1.

Fig. 1. Ansicht der Augen und des Rückenschildes von *Hydrodroma* (ZEISS' Oc. 1, Ob. c).

K Augenkapseln von innen gesehen, *A* vorderes Auge, A_1 hinteres Auge, *RSch* Rückenschild, *a* 5. dorsales unpaares Rückenschildauge, *So* Sinnesorgane.

Fig. 2. Das 5. unpaare Rückenschildauge von *Hydrodroma* in starker Vergrößerung. (ZEISS' Compens. Oc. 6, Ölimmersion $^1/_{12}$.)

Cp Cutispapillen, *Pz* Pigmentzellen.

Fig. 3. Darstellung der Linsenverhältnisse von *Diplodontus*, nebst dem Linsenfortsatz nach einem Schnittpräparat. An der mit x bezeichneten Stelle ist zwischen Linse und dem Linsenfortsatz die Kontinuität unterbrochen.

An allen andern Präparaten war dies nicht zu finden, so daß dieser Riß wohl künstlich ist. (Zeiss' Ob. 1, Öl. $^1/_{12}$.)

Fig. 4 u. 5. „Augenbrille" von *Eylais extendens*
4) von innen gesehen und entpigmentiert
5) von außen gesehen und nicht entpigmentiert.

CB die chitinöse Verbindung der beiden Augenkapseln, *Cl* Chitinleiste, *No* N. opticus des vordern Auges, *No'* N. opticus des hintern Auges, *Rh* Rhabdomen des vordern Auges, *rh* Rhabdomen des hintern Auges, *L* Linse des vordern Auges, L_1 Linse des hintern Auges, *K* Augenkapseln.

(Zeiss' Oc. 1, Ob. c.)

Fig. 6. Totalpräparat des Doppelauges von *Curvipes*, unentpigmentiert.

Pg Pigmentkörper.

Fig. 7. Etwas schief geführter Längsschnitt durch das größere Sehorgan des Doppelauges von *Curvipes carneus*, entpigmentiert.

C, C_1 die beiden Cuticularschichten, *Chb* chitinöse Verbindung der Linse mit der Cuticula, *Rz* Retinazelle mit langem Fortsatz, *Sti* Stiftchensäume, Z_1 Z_2 Retinazellen.

(Zeiss' Ob. C, Oc. 3.)

Fig. 8—12. Fünf aufeinanderfolgende Querschnitte durch die Retina des größern Sehkörpers des Doppelauges von *Curvipes carneus*, entpigmentiert.

$Rh_{1, 2, 3, 4, 5, 6}$ Rhabdome, in 10 *r* die Retina des kleinern Sehkörpers, in 11 *L* die Linse des kleinern Sehkörpers, angeschnitten.

(Zeiss' Oc. 2, Ob. E.)

Fig. 13. Querschnitt durch ein Rhabdom von *Curvipes carneus*, stark vergrößert.

(Zeiss' Oc. 3, Ölimmersion $^1/_{12}$.)

Zg Zellgrenze, *P* Protoplasma, *Nfi* Neurofibrillen.

Fig. 14. Längsschnitt in der Richtung des Pfeiles in 13.
(Zeiss' Oc. 2, Ölimm. $^1/_{12}$.)

R Retina des größern Sehkörpers, *r* Retina des kleinern Sehkörpers, *Zg* Zellgrenze, *Nfi* Neurofibrillen.

Tafel 2.

Fig. 15—19. Rhabdomverhältnisse bei *Diplodontus despiciens*.
(Zeiss' Oc. 3, Ölimm. $^1/_{12}$.)

Fig. 15. Querschnitt durch einen Teil der Retina des vordern Auges.

Fig. 16. Querschnitt durch einen Teil der Retina des hintern Auges. *rh* Rhabdomere.

Fig. 17. Längsschnitt durch einige Rhabdome von *Diplodontus*. (Zeiss' Oc. 2, Ölimm. $^1/_{12}$.)
Bg Bindegewebe.
Man sieht an den mit *Rh* bezeichneten Rhabdomen, daß dieselben spitz zulaufen.

Fig. 18. Schnitt durch die Spitzen einiger Rhabdome.
OG Die oberste Schneide der Rhabdomplatten, die bei *Rh* schon wieder etwas längs oder vielmehr schräg getroffen sind.
(Zeiss' Oc. 3, Ölimm. $^1/_{12}$.)

Fig. 19. Etwas schematisierter Querschnitt eines Teils der Retina. (Zeiss' Oc. 3, Ölimm. $^1/_{12}$.)
Man sieht hier, daß die Retinazellen der Peripherie nicht an allen Stellen, sondern nur an Berührungsstellen mit andern Sehzellen Rhabdomere ausscheidet. *pRz* periphere Retinazellen, *cRz* centrale Retinazellen.

Fig. 20. Etwas schiefer Längsschnitt, durch das vordere Auge von *Diplodontus despiciens*.
(Zeiss' Comp. Oc. 6, Ölimm. 2 mm.)
X Ansatzstellen der periretinalen Membran an der Cuticula, *NH* Fortsetzung der periretinalen Membran auf den Sehnerven, *BM* Basalmembran.

Fig. 21. Längsschnitt durch das hintere Auge von *Diplodontus despiciens* (Oc. 1, Ölimm. $^1/_{12}$.)

Fig. 22. Längsschnitt durch das vordere Auge von *Limnesia undulata*.
K. K Kerne der Matrix (?) des Chitinhäutchens *C. H*, welches sich einerseits bei *X* der Linse, andrerseits der Cuticula auflegt.
(Zeiss' Oc. 3, Ob. C.)

Fig. 23. Querschnitt durch *Diplodontus despiciens*, kombiniert aus 2 Schnitten, auf denen der ganze Verlauf des Augenmuskels *M* von seiner Ansatzstelle (*Fo*) am Linsenfortsatz) bis zu derjenigen am dorsalen Teile der Cuticula (*EM*) zu sehen ist.
D Darmquerschnitt.
(Zeiss' Oc. 2, Ob. E.)

Fig. 24. Schnitt durch die Retina und Linsenfortsatz (*Fo. Q*), um zu zeigen, daß der Linsenfortsatz in die rinnenartig eingebuchtete Retina eingelassen ist und daß die periretinale Membran zwischen Retina und Linsenfortsatz liegt.
(Zeiss' Oc. 1, Ölimm. $^1/_{12}$.)

Fig. 25. Entpigmentiertes Isolationspräparat des Auges von *Curvipes carneus*.
OG Oberschlundganglion, *UN* Nerv zu dem Sinnesorgan unbekannter Funktion, *AM* Ansatzstelle des Muskels an den Chitinfortsatz der Linse (*Fo*), *l* Linse des kleinen Sehkörpers des Doppelauges.
(Zeiss' Oc. 2, Ob. C.)

Fig. 26. Ansicht des Sinnesorgans unbekannter Funktion bei *Cu ripes carneus* nach dem Leben gezeichnet; der Untergrund ist schwar gemacht, um die Durchsichtigkeit des Organs sehen zu lassen. (Zeiss' Oc. 1, Ob. C.)

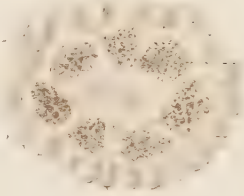
So Sinnesorgan, *A* Auge, *C* Cuticula, *No. No'* Nervi optici *UN* Nerv zum unbekannten Sinnesorgan.

Fig. 27. Längsschnitt durch dasselbe.

N Nerv desselben, *NoNo'* Augennerven, *M* Augenmuskel, de von hier aus nach einem dorsalen Teile der Cuticula zieht, *S* Saum, quer gestreift, dieses Sinnesorgans, *HyM* hypodermal Membran, welche dasselbe vollkommen einhüllt, *K* Kerne, der da Organ zusammensetzenden Zellen.

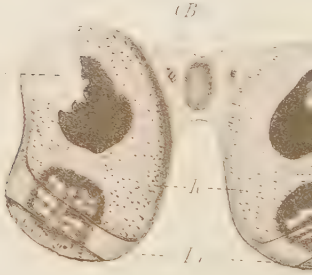
(Zeiss' Oc. 3, Ob. C.)

1



2

4



5

8

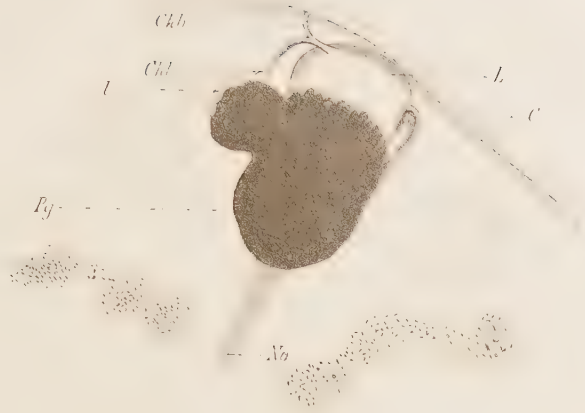
9

10

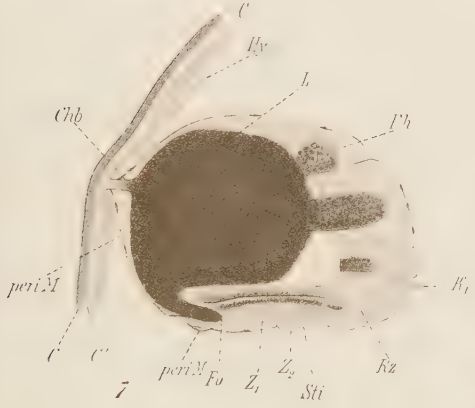
Lang

Verlag von

L_1
R
Vo
r


Chb
Chd
l
L
C
Py
Vo

6


C
Hy
L
Chb
Ph
periM
K_1
C
C'
periM
Fo
Z_1
Z_2
Sti
Rz

7

Zg
Rh
MTi
l
Zg

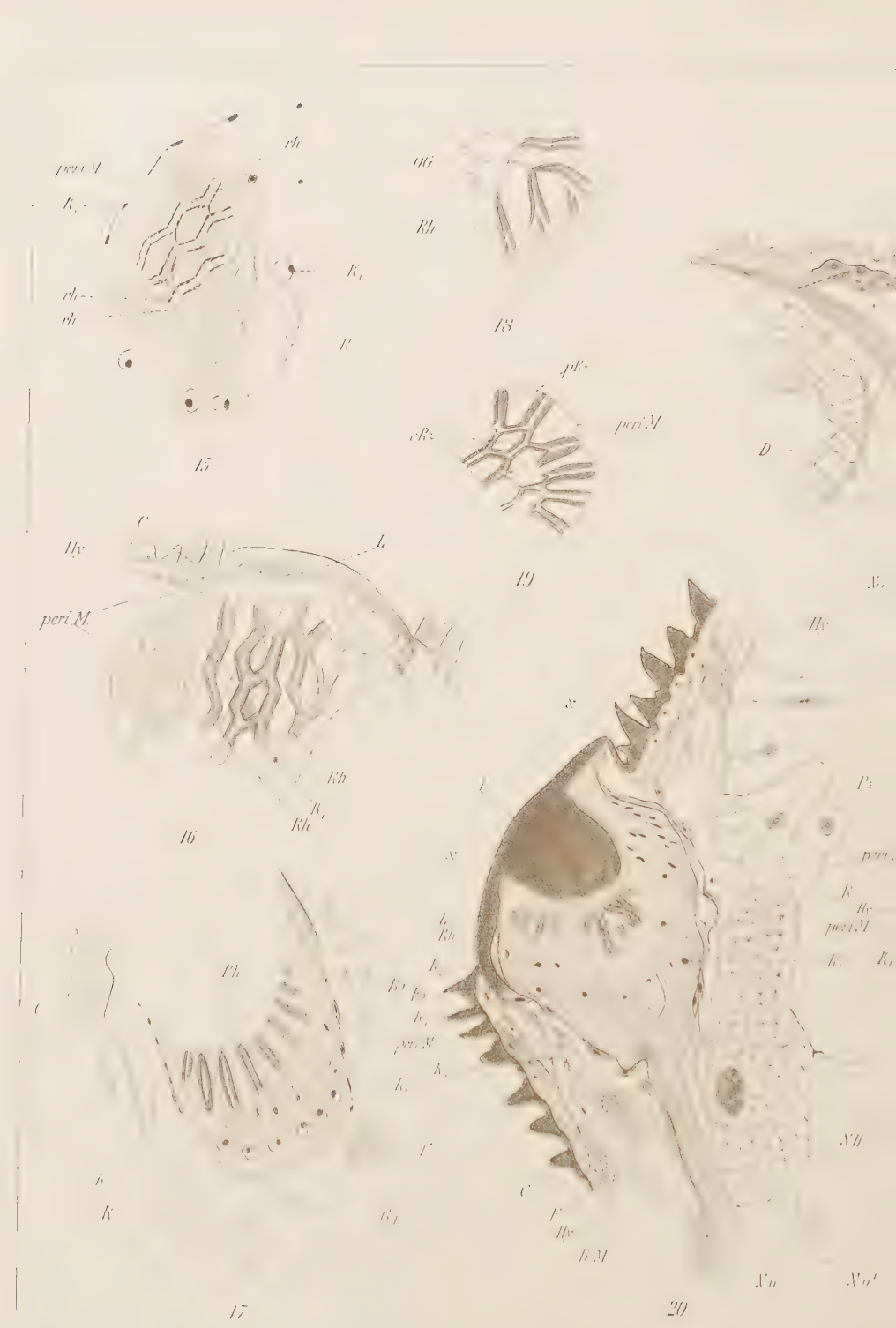
13

L
Fo
L_1L_1

12

Ph
r
MTi
Rh
MTi
l
Zg
Vo
R

14



Lang

Verlag von

Lithographie v. E. Schaal, Jena.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdruckerei), Naumburg a. S.